

**ANALISIS DAN REKOMENDASI PERBAIKAN PROSES BISNIS
DI SEBUAH PERUSAHAAN MAKANAN RINGAN
MENGUNAKAN *LEAN THINKING* DAN TAKAGI-SUGENO
FUZZY MODEL UNTUK MENGURANGI JUMLAH
PENGEMBALIAN PRODUK**

TESIS

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer

Disusun oleh:
Cantika Nur Previana
NIM: 186150100111004



MAGISTER ILMU KOMPUTER
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021

PENGESAHAN

ANALISIS DAN REKOMENDASI PERBAIKAN PROSES BISNIS
DI SEBUAH PERUSAHAAN MAKANAN RINGAN
MENGUNAKAN *LEAN THINKING* DAN TAKAGI-SUGENO *FUZZY MODEL*
UNTUK MENGURANGI JUMLAH PENGEMBALIAN PRODUK

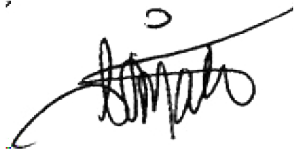
TESIS

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer

Disusun Oleh :
Cantika Nur Previana
NIM:186150100111004

Tesis ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
22 Juli 2021
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I



Ismiarta Aknuranda, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIK: 201006 740719 1 001 9

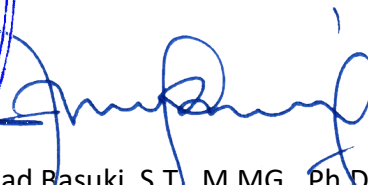
Dosen Pembimbing II



Fitri Utaminingrum, Dr.Eng., S.T., M.T.
NIP: 19820710 200812 2 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Achmad Basuki, S.T., M.MG., Ph.D.
NIP: 19741118 200312 1 002

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia tesis ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (magister) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 15 Juni 2021



Cantika Nur Previana

NIM: 186150100111004

PRAKATA

Puji syukur kepada Allah Subhanahu Wata'ala atas berkat dan nikmatNya sehingga penulis mampu menyelesaikan tesis yang berjudul “Analisis dan Rekomendasi Perbaikan Proses Bisnis di Sebuah Perusahaan Makanan Ringan Menggunakan *Lean Thinking* dan Takagi-Sugeno *Fuzzy Model* untuk Mengurangi Jumlah Pengembalian Produk”. Tesis ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penulisan tesis ini, yaitu diantaranya:

1. Bapak Ismiarta Aknuranda, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku pembimbing utama yang dengan sabar membimbing, mengarahkan dan memberikan saran perbaikan dari awal pengerjaan sampai dengan akhir pengerjaan tesis.
2. Ibu Fitri Utaminigrum, Dr.Eng., S.T., M.T., selaku pembimbing kedua yang telah banyak memberikan masukan perbaikan selama proses penyusunan tesis dan paper.
3. Orangtua dan saudara atas dukungan yang diberikan serta doa yang tulus tiada henti selama hidup penulis dan dalam pengerjaan tesis.
4. Keluarga besar PT. Pandya Paraduta Asca yang telah memberikan dukungan, semangat dan bantuan selama masa kuliah sampai dengan selesainya tesis ini.
5. Keluarga besar Magister Ilmu Komputer Universitas Brawijaya yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama masa kuliah sampai dengan selesainya tesis ini.
6. Para kolega dan teman-teman yang selalu mendoakan dan membantu penulis yang tidak dapat diucapkan satu persatu, terimakasih atas semua dukungannya.

Penulis memohon maaf apabila dalam penulisan tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu Penulis mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan penyusunan di masa yang akan datang. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat untuk banyak pihak.

Malang, 15 Juni 2021

Penulis

Cantika Nur Previana

ABSTRAK

Pengembalian produk (retur) merupakan salah satu tantangan bagi para pelaku bisnis di bidang manufaktur. Pengembalian produk juga muncul di sebuah perusahaan di industri makanan ringan, di Kota Kediri. Perusahaan ini mendapatkan jumlah pengembalian produk makanan lebih besar daripada penjualan produk tersebut. Penelitian yang dilakukan dalam tesis ini akan terkait dengan mengidentifikasi penyebab dan melakukan perbaikan proses bisnis untuk mengatasi masalah perusahaan tersebut, yaitu tingginya jumlah pengembalian produk. Tingginya jumlah pengembalian produk memengaruhi tujuan bisnis perusahaan yaitu penurunan keuntungan. Tujuan bisnis yang tidak dapat dipenuhi mengharuskan manajemen untuk mengidentifikasi penyebab masalah pengembalian produk sehingga masalah tidak terulang kembali. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan pada proses bisnis sebuah perusahaan makanan ringan menggunakan *root cause analysis* dan *lean thinking*, dan kemudian mengklasifikan pemborosan yang terjadi pada proses bisnis perusahaan menggunakan *lean thinking* dan Takagi-Sugeno *fuzzy model*. Setelah pemborosan dapat dihilangkan, maka dapat terbentuk sebuah rekomendasi perbaikan proses bisnis pada perusahaan makanan ringan di Kediri. Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui sejauh mana rekomendasi perbaikan proses bisnis pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri dapat diterima oleh manajemen dan dapat mengurangi jumlah pengembalian produk. Hasil dari rekomendasi perbaikan proses bisnis yang telah dilakukan selama 57 hari mencapai nilai penerimaan 93,6% dan nilai pengembalian produk menurun sebesar 24%.

Kata kunci: *lean thinking, Takagi-Sugeno Fuzzy Model, retur, studi kasus, proses bisnis, root cause analysis*

ABSTRACT

Product returns are one of the challenges for businesses in the manufacturing sector. Product returns also appeared in a company in the snack food industry, in Kediri City. This company gets the number of returns on food products is greater than the sales of these products. The research conducted in this thesis will be related to identifying the causes and making improvements to business processes to overcome the company's problems, namely the high number of product returns. The high number of product returns affects the company's business objective, namely a decrease in profits. Unfulfilled business objectives require management to identify the cause of product return problems so that problems do not recur. This study aims to identify problems in the business processes of a snack food company using root cause analysis and lean thinking, and then classify the waste that occurs in the company's business processes using lean thinking and the Takagi-Sugeno fuzzy model. After the waste can be eliminated, a recommendation for business process improvement can be formed at a snack food company in Kediri. In addition, this study also aims to determine the extent to which recommendations for business process improvement at a snack food company in Kediri can be accepted by management and can reduce the number of product returns. The results of the recommendations for improving business processes that have been carried out for 57 days reached an acceptance value of 93.6% and the value of product returns decreased by 24%.

Keywords: *lean thinking, Takagi-Sugeno Fuzzy Model, retur, case study, business process, root cause anaysis*

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Pertanyaan Penelitian.....	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat.....	5
1.5 Batasan masalah	5
1.6 Sistematika pembahasan	5
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.1 Proses Bisnis	7
2.2 Penggunaan <i>Lean thinking</i>	7
2.3 Takagi Sugeno <i>Fuzzy Model</i>	8
2.4 Penggunaan <i>Lean thinking</i> berbasis Fuzzy.....	9
2.2 Profil Perusahaan.....	10
2.3 Pengembalian Produk.....	10
2.4 <i>Root Cause Analysis</i>	10
2.5 Proses Bisnis.....	13
2.1 <i>Business Process Modelling and Notation (BPMN)</i>	14
2.6 <i>Lean Thinking</i>	16
2.2 <i>Value Stream Map</i>	17
2.7 <i>Fuzzy</i>	19
2.2 Takagi-Sugeno <i>Fuzzy Model</i>	21

BAB 3 METODOLOGI	23
3.1 Studi Pustaka.....	23
3.2 Desain Penelitian	23
3.3 Pengumpulan dan Pengolahan Data Penelitian	24
3.1 Mengidentifikasi Permasalahan dalam Proses Bisnis pada Sebuah Perusahaan Makanan Ringan menggunakan Metode <i>Root Cause Analysis</i> (RCA) dan <i>Lean Thinking</i>	25
3.2 Rekomendasi Perbaikan Proses Bisnis pada Sebuah Perusahaan Makanan Ringan Menggunakan <i>Lean Thinking</i> dan Takagi-Sugeno <i>Fuzzy Model</i>	25
3.3 Evaluasi dari Rekomendasi Perbaikan Proses Bisnis pada Sebuah Perusahaan Makanan Ringan.....	27
BAB 4 PERANCANGAN PERBAIKAN PROSES BISNIS	28
4.1 Metode <i>Root Cause Analysis</i> (RCA) dan <i>Lean Thinking</i>	28
4.2 <i>Lean Thinking</i> dan Takagi-Sugeno <i>Fuzzy Model</i>	31
4.3 Analisis dan Evaluasi.....	59
BAB 5 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	63
5.1 Evaluasi Tingkat Penerimaan Pengguna	63
5.2 Analisis Perbandingan <i>Lead Time</i> Rekomendasi Perbaikan Proses Bisnis dengan Proses Bisnis Sebelumnya.....	64
5.3 Analisis Perbandingan Jumlah Pengembalian Produk dari Rekomendasi Perbaikan Proses Bisnis dengan Proses Bisnis Sebelumnya.....	66
BAB 6 PENUTUP	68
6.1 Kesimpulan.....	68
6.2 Saran	69
DAFTAR REFERENSI	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Langkah Dasar RCA.....	11
Gambar 2.2 <i>Business Process Modelling and Notation</i> : Elemen Notasi.....	15
Gambar 2.3 Sistem <i>Fuzzy</i> dengan input berupa angka dan bahasa (Hariri, 2016)	20
Gambar 3.1 Desain penelitian yang diusulkan.....	24
Gambar 4.1 Alur Proses Bisnis Perusahaan	28
Gambar 4.2 <i>Fishbone</i> Diagram.....	29
Gambar 4.3 <i>Current Value Stream Mapping</i> (VSM).....	32
Gambar 4.4 Fungsi keanggotaan <i>Transportation</i> - Menerima PO dari <i>Marketing</i>	35
Gambar 4.5 Fungsi keanggotaan <i>Waiting</i> - Menerima PO dari <i>Marketing</i>	37
Gambar 4.6 Fungsi Keanggotaan <i>Movement</i> - Menerima PO dari <i>Marketing</i>	40
Gambar 4.7 Fungsi Keanggotaan <i>Transportation</i> – Meminta DO dan Armada....	42
Gambar 4.8 Fungsi keanggotaan <i>Waiting</i> – Meminta DO dan Armada	45
Gambar 4.9 Fungsi Keanggotaan <i>Transportation</i> – Mengecek Kelayakan Armada	47
Gambar 4.10 Fungsi Keanggotaan <i>Waiting</i> – Mengecek Kelayakan Armada.....	50
Gambar 4.11 Fungsi Keanggotaan <i>Movement</i> – Mengecek Kelayakan Armada..	52
Gambar 4.12 Fungsi keanggotaan <i>Transportation</i> – Persiapan Muat.....	55
Gambar 4.13 Fungsi keanggotaan <i>Waiting</i> – Persiapan Muat	57
Gambar 5.1 <i>Future Value Stream Mapping</i> (VSM)	65
Gambar 5.2 Grafik Perbandingan Jumlah Pengembalian Produk.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Simbol pada <i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	18
Tabel 4.1 Tabel Waktu Pemborosan Setiap Aktivitas	33
Tabel 4.2 Tabel Aturan <i>Fuzzy</i>	34
Tabel 4.3 Tabel Indeks Variabel Klasifikasi Pemborosan	34
Tabel 4.4 Tabel Klasifikasi Pemborosan	59
Tabel 4.5 Tabel Solusi untuk Pemborosan Aktivitas	60
Tabel 5.1 Hasil Evaluasi Tingkat Penerimaan Pengguna	63
Tabel 5.2 Hasil Perbandingan Jumlah Pengembalian Produk.....	66

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pengembalian produk (secara praktik banyak dikenal sebagai *retur*) merupakan salah satu tantangan bagi para pelaku bisnis di bidang manufaktur. Pengembalian ini terjadi karena terdapat ketidakpuasan konsumen terhadap produk tersebut, seperti produk cacat, tidak sesuai harapan, maupun alasan lainnya (Bonifield et al., 2010). Pengembalian produk merupakan aktivitas yang bernilai rendah dan dapat mengurangi keuntungan perusahaan (Blocher et al., 2007).

Dalam industri makanan, pengembalian produk juga menjadi perhatian utama. Dalam satu decade terakhir, telah diidentifikasi dan dilaporkan bahwa produk makanan yang melakukan pengembalian meningkat secara drastis (Ades et al., 2012). Hal ini menimbulkan konsekuensi kesehatan dan ekonomi yang serius. Konsekuensi secara ekonomi, pengembalian produk makanan dapat menyebabkan kerugian yang signifikan untuk produksi, pengolahan, dan perusahaan pemasaran makanan. Selain itu, perusahaan juga menghadapi biaya pertanggungjawaban produk yang dapat merusak reputasi perusahaan dan dapat menghentikan operasi perusahaan (Pozo et al., 2016).

Pengembalian produk juga muncul di sebuah perusahaan di industri makanan ringan, di daerah Kota Kediri. Perusahaan ini mendapatkan jumlah pengembalian produk yang tinggi. Pada laporan keuangan laba rugi per Mei 2020, tercatat bahwa nilai laba setelah dikurangi dengan pengembalian produk dan harga pokok penjualan adalah sebesar Rp -7.335.817.779 (minus tujuh milyar tiga ratus tiga puluh lima juta delapan ratus tujuh belas ribu tujuh ratus tujuh puluh sembilan rupiah). Nilai tersebut muncul karena jumlah pengembalian terhadap produk yang besar sehingga melebihi nilai pendapatannya.

Penelitian yang dilakukan dalam tesis ini akan terkait dengan mengidentifikasi penyebab dan melakukan perbaikan proses bisnis untuk mengatasi masalah perusahaan, yaitu tingginya jumlah pengembalian produk. Pengembalian produk pada perusahaan makanan ringan ini disebabkan karena produk makanan yang dijual telah melebihi batas kadaluarsa. Penelitian ini menggunakan pendekatan proses, sehingga langkah awal untuk mengatasi masalah ini adalah dengan mengidentifikasi proses bisnis perusahaan.

Proses bisnis merupakan sekumpulan aktivitas saling terkait yang dilakukan oleh sumber daya dalam sebuah organisasi atau perusahaan untuk mencapai hasil yang dapat memenuhi tujuan bisnis. Sumber daya ini terkait dengan aktor, material dan modal dari organisasi atau perusahaan tersebut (Mahendrawathi, 2018). Dalam beberapa literatur juga dijelaskan bahwa sejumlah besar perusahaan ternama, seperti Amazon, Dell, dan Lenovo, mengakui proses bisnis dapat meningkatkan efisiensi dalam menciptakan nilai ekonomi yang signifikan

dengan mengintegrasikan berbagai sumber daya dan kemampuan sebuah organisasi (Sanders, 2007; Xue et al., 2013; Zhang et al., 2016; Zhu et al., 2015). Dalam perusahaan makanan ringan di Kediri yang menjadi sumber penelitian tesis ini, tingginya jumlah pengembalian produk memengaruhi tujuan bisnis perusahaan yaitu penurunan keuntungan. Tujuan bisnis yang tidak dapat dipenuhi mengharuskan manajemen untuk mengidentifikasi penyebab masalah pengembalian produk sehingga masalah tidak terulang kembali.

Identifikasi akar penyebab masalah pengembalian produk dalam tesis ini menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA). Dalam penelitian Vorley (2008) disebutkan bahwa RCA dapat digunakan untuk memperbaiki atau menghilangkan penyebab dan mencegah masalah tersebut berulang. Hasil dari RCA dalam tesis ini digunakan untuk menentukan proses yang paling berpengaruh terhadap masalah pengembalian produk untuk diidentifikasi lebih lanjut.

Setelah proses bisnis yang paling berpengaruh terhadap masalah pengembalian produk dalam tesis ini ditentukan, proses selanjutnya adalah menemukan pemborosan-pemborosan (*wastes*) yang memiliki waktu proses tinggi pada setiap aktivitas menggunakan pendekatan *lean thinking*. Morgan dan Liker (2006) mendefinisikan pemborosan sebagai aktivitas apa pun yang menyerap sumber daya tanpa menambah nilai bagi konsumen. Pemborosan disebabkan oleh pemakaian sumber daya yang tidak efisien dan aktivitas perusahaan yang tidak memiliki nilai tambah (*non value added*) (Ristyowati et al., 2017). Dalam metode *lean thinking*, setelah pemborosan ditemukan, kemudian dapat ditentukan solusinya. Solusi tersebut berfungsi untuk dapat mengurangi dan menghilangkan pemborosan yang terjadi dalam sebuah proses bisnis (Womack dan Jones, 2010). Literatur mengungkapkan bahwa penerapan prinsip *lean* dapat menghasilkan produktivitas yang lebih baik dan sangat membantu untuk memenuhi permintaan pelanggan (Baby, et al., 2018). Pada tesis ini, untuk mengatasi masalah dalam kasus perusahaan makanan ringan di Kediri, *lean thinking* digunakan untuk menghasilkan produktivitas yang lebih baik sehingga pengembalian produk dapat berkurang.

Lean thinking merupakan pendekatan bisnis yang dapat memberikan nilai tambah bagi konsumen dengan menghilangkan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (Womack dan Jones, 2010). Menurut Fullerton (2014) dan Chiabert (2015), *lean* merupakan sebuah teknik yang mengidentifikasi pemborosan dalam aktivitas atau proses yang ada, dan menghilangkannya untuk mencapai peningkatan dalam produktivitas yang lebih baik. Dalam penelitian sebelumnya, *lean* digunakan dalam industri manufaktur untuk meningkatkan operasional gudang dengan menghilangkan limbah atau pemborosan. Hasil dari penelitian tersebut adalah perubahan tata letak proses operasional gudang (Baby, et al., 2018). Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian dalam tesis ini menggunakan *lean* untuk mengurangi dan menghilangkan pemborosan yang terjadi pada setiap aktivitas proses bisnis yang berpengaruh terhadap masalah pada sebuah perusahaan makanan ringan. Penelitian dalam tesis ini tidak

menghilangkan semua pemborosan yang ditemukan, tetapi menggunakan klasifikasi pemborosan.

Pemborosan dapat ditemukan dan dihilangkan dengan menggunakan beberapa teknik dalam *lean*, salah satunya adalah *Value Stream Map* (VSM) (Arslankaya & Atay, 2015). VSM merupakan sebuah teknik untuk mengidentifikasi semua aktivitas (*value added* dan *non value added*) dalam sebuah aliran proses (Venkataraman et al., 2014; Rohac dan Janusuka, 2015). VSM terbagi menjadi 2 jenis, yaitu *current state* dan *future state map* (Abdulmalek & Rajgopal, 2007; Suhadak & Amit, 2015). *Current state map* adalah peta visualisasi keadaan saat ini, yang pada tesis ini diambil melalui observasi dan wawancara dengan staf ahli pada proses bisnis. Kemudian *future state map* adalah peta visualisasi yang menunjukkan bahwa pemborosan telah dihilangkan (Rohani & Zahraee, 2015), yang merupakan tujuan dari tesis ini.

Pada tesis ini, setelah VSM digambarkan dan pemborosan yang terjadi pada setiap aktivitas diidentifikasi, kemudian pemborosan tersebut diberikan nilai. Tingginya jumlah produk makanan yang melebihi batas kadaluarsa pada perusahaan makanan ringan di Kediri ini disebabkan karena waktu proses penjualan yang lama. Sehingga nilai yang digunakan untuk menghitung pemborosan yang terjadi adalah waktu yang diperoleh dari observasi dan wawancara dengan para staf ahli terkait dengan proses bisnis tersebut. Nilai pemborosan yang telah diidentifikasi dihitung menggunakan *fuzzy*.

Fuzzy digunakan untuk mengurangi ketidakjelasan penilaian terhadap persepsi manusia (Bayou, 2008). *Fuzzy* dapat digunakan untuk menyampaikan data atau informasi yang ambigu. Pada tesis ini, *fuzzy* digunakan untuk menilai pemborosan yang terjadi pada setiap aktivitas dalam proses yang paling berpengaruh terhadap masalah di perusahaan makanan Kediri, karena informasi tentang pemborosan tersebut didapatkan secara kualitatif. Jadi pemborosan yang terdapat pada masing-masing aktivitas tersebut tidak semuanya dihapus, tetapi diklasifikasikan terlebih dahulu. Terdapat berbagai macam model dalam logika *fuzzy*, salah satunya adalah model Takagi-Sugeno. Takagi-Sugeno *fuzzy model* adalah salah satu metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan kriteria tertentu (Putri dan Effendi, 2016). Kriteria yang digunakan dalam tesis ini berdasarkan batasan-batasan dari waktu proses yang telah ditentukan oleh staf ahli pada sebuah perusahaan makanan ringan. Alternatif pada tesis ini diasumsikan dengan pemborosan yang terjadi pada setiap aktivitas bisnis proses, sehingga dapat diklasifikasikan.

Pada penelitian sebelumnya, logika *fuzzy* juga digunakan dalam mengukur tingkat implementasi *lean*. Pengukuran ini memiliki kompleksitas yang tinggi, dikarenakan penilaian manusia yang subjektif pada praktik *Lean*. Penelitian ini mengusulkan metode untuk menangani ketidakjelasan penilaian manusia yang dimodelkan dengan angka *fuzzy* dengan pertimbangan waktu penerapan *Lean* dan penggunaan *multi evaluator* (Susilawati et al., 2014). Berbeda dengan penelitian tersebut, pada tesis ini menggunakan *fuzzy* untuk mengukur tingkat

pemborosan yang terjadi di setiap aktivitas pada proses bisnis yang berpengaruh terhadap permasalahan perusahaan. Pemborosan ditemukan menggunakan pendekatan *lean thinking*.

Klasifikasi pemborosan yang digunakan dalam tesis ini dibagi menjadi rendah, sedang dan tinggi. Klasifikasi rendah adalah pemborosan yang masih dapat direkomendasikan untuk tidak dihapuskan dalam aktivitas proses bisnis yang diidentifikasi. Klasifikasi sedang adalah pemborosan yang masih dapat diperbaiki untuk mengurangi waktu proses dalam aktivitas tersebut. Klasifikasi tinggi adalah pemborosan yang harus dihilangkan dalam proses bisnis pada sebuah perusahaan makanan ringan yang diidentifikasi.

Dalam tesis ini, klasifikasi yang dihasilkan dari perhitungan Takagi-Sugeno *fuzzy model* digunakan untuk menentukan pemborosan yang harus dihilangkan, dikurangi dan dipertahankan. Setelah pemborosan diklasifikasikan, kemudian dapat dilakukan rekomendasi perbaikan proses bisnis. Proses bisnis yang baru ini diharapkan dapat memotong waktu proses untuk masing-masing aktivitas, sehingga dapat mengurangi jumlah pengembalian produk pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri.

Dalam tesis ini, setelah rekomendasi perbaikan proses bisnis dirancang, kemudian divisualisasikan menggunakan VSM. VSM digunakan untuk melihat perbandingan waktu proses setiap aktivitas sebelum dan sesudah perbaikan proses bisnis dijalankan. Dari hasil rekomendasi perbaikan proses bisnis, kemudian dilakukan validasi ke manajemen dan staf ahli untuk memastikan apakah solusi tersebut memungkinkan untuk dapat digunakan lebih lanjut dalam proses bisnis dan sejauh mana dapat mengatasi masalah pengembalian produk.

1.2 Pertanyaan Penelitian

Penelitian ini akan mengkaji beberapa permasalahan, antara lain:

1. Apakah masalah-masalah yang teridentifikasi pada proses bisnis sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri menggunakan metode *root cause analysis*?
2. Bagaimana rekomendasi perbaikan proses bisnis pada sebuah perusahaan makanan ringan yang dapat terbentuk menggunakan *lean thinking* dan Takagi-Sugeno *fuzzy model*?
3. Sejauh mana rekomendasi perbaikan proses bisnis pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri dapat mengurangi jumlah pengembalian produk?
4. Sejauh mana rekomendasi perbaikan proses bisnis pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri dapat diterima oleh para staf ahli?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi masalah-masalah pada proses bisnis sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri menggunakan metode *root cause analysis*.

2. Menyusun rekomendasi perbaikan proses bisnis pada sebuah perusahaan makanan ringan menggunakan *lean thinking* dan Takagi-Sugeno *fuzzy model*.
3. Mengetahui sejauh mana rekomendasi perbaikan proses bisnis pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri dapat mengurangi jumlah pengembalian produk.
4. Mengetahui sejauh mana rekomendasi perbaikan proses bisnis pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri dapat diterima oleh para staf ahli.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat:

1. Bagi manajemen perusahaan pada sebuah perusahaan makanan ringan
 - Memberikan kontribusi berupa solusi untuk mengurangi jumlah pengembalian produk dengan memperbaiki proses bisnis menggunakan metode *lean manufacturing* berbasis Takagi-Sugeno *fuzzy model*.
2. Bagi pengetahuan
 - Memberikan panduan untuk mereka yang akan menggunakan *lean thinking* dan Takagi-Sugeno *fuzzy model* untuk mengklasifikasikan dan menghilangkan pemborosan pada setiap aktivitas dalam sebuah proses bisnis perusahaan.

1.5 Batasan masalah

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari tujuan yang ingin dicapai, maka batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada proses bisnis yang paling berpengaruh terhadap sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri.
2. Pengembalian produk dalam penelitian ini merupakan pengembalian produk dari sisi pembeli maupun distributor.

1.6 Sistematika pembahasan

Sistematika pembahasan penelitian ini disusun sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan berisi gambaran umum dari penelitian yang dilakukan meliputi: latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

Bab II Landasan Kepustakaan menguraikan teori dasar dan teori pendukung yang berhubungan dengan domain permasalahan, penelitian yang terkait sebelumnya, profil perusahaan, pengembalian produk, proses bisnis, *Root Cause Analysis* (RCA), *Value Stream Map* (VSM), metode *Lean Manufacturing* dan Takagi-Sugeno *fuzzy model*.

Bab III Metodologi berisi langkah-langkah penelitian, meliputi pemilihan tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan penelitian, dan tahapan penelitian.

Bab IV Perancangan Perbaikan Proses Bisnis berisi tahapan perancangan proses bisnis yang paling berpengaruh terhadap masalah pada sebuah perusahaan makanan ringan serta proses implementasinya.

Bab V Pengujian dan Analisis berisi hasil pengujian dan pembahasan dari proses bisnis yang paling berpengaruh terhadap masalah pada sebuah perusahaan makanan ringan menggunakan metode yang diusulkan.

Bab VI Penutup memuat kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Penelitian Terdahulu

Topik penelitian ini berkaitan dengan proses bisnis menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA), *lean thinking* dan Takagi-Sugeno *fuzzy model*. Beberapa penelitian terkait topik tersebut dijabarkan lebih lanjut dalam bab ini.

2.1 Proses Bisnis

Terdapat beberapa penelitian terkait proses bisnis, salah satunya terkait manajemen proses bisnis. Pada penelitian Enriquez, Troyano dan Romero (2018), melakukan analisis empiris untuk mengevaluasi keunggulan penerapan manajemen proses bisnis (BPM) dalam implementasi aktivitas pengajaran yang inovatif dan dinamis. BPM mendefinisikan alur proses bisnis yang sangat berguna dalam mendeteksi kesalahan serta dalam mengidentifikasi kemungkinan perbaikan. Peneliti merancang RubricaSoft, sistem BPM yang berfokus pada penyediaan proses pendidikan yang dinamis. Hasilnya sangat menjanjikan sebagai dasar evaluasi: kepuasan siswa, peningkatan hasil akademik dan peningkatan produktivitas guru. Dalam salah satu proses, waktu yang dihabiskan oleh guru telah berkurang 80% dan partisipasi siswa meningkat 41%. Pada penelitian Rahimi, Charles dan Lars (2015), memberikan wawasan tentang mengapa dan bagaimana BPM dan fungsi manajemen TI berkolaborasi. Studi tambahan diperlukan untuk memvalidasi teori penulis tentang integrasi antara manajemen bisnis proses dan fungsi manajemen TI, terutama dalam konteks organisasi di mana TI secara aktif mendorong strategi bisnis.

Dari beberapa penelitian yang telah dijabarkan membuktikan bahwa proses bisnis telah banyak diterapkan untuk mencapai tujuan dari perusahaan. Dalam penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa integrasi sistem TI dengan proses bisnis dapat mempercepat untuk tercapainya tujuan dari bisnis tersebut. Dalam tesis ini, proses bisnis saat ini diidentifikasi untuk dilakukan perbaikan, sehingga dapat mencapai tujuan perusahaan. Rekomendasi perbaikan proses bisnis yang terbentuk menggunakan metode *lean thinking* dan Takagi-Sugeno *fuzzy model* digunakan untuk mengurangi masalah terkait dengan jumlah pengembalian produk.

2.2 Penggunaan *Lean thinking*

Metode *lean thinking* telah banyak diterapkan pada penelitian sebelumnya. Pada penelitian Baby, Prasanth dan Selwyn (2018), membahas penerapan *Lean* dalam gudang penjualan di industri manufaktur. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan *operational* gudang dengan menghilangkan limbah atau pemborosan menggunakan *Value Stream Map* (VSM). VSM memvisualisasikan keadaan saat ini dalam sistem yang ada untuk menunjukkan letak pemborosan. Setelah implementasi *lean*, banyak perbaikan yang diamati dalam pemuatan

kendaraan, pemanfaatan ruang, dan penyimpanan. Efisiensi operasi gudang meningkat, menghasilkan respons yang lebih cepat terhadap permintaan konsumen. Selain itu, pada penelitian Melton (2005), bertujuan untuk mengetahui pengaruh *lean* terhadap industri manufaktur. *Lean thinking* telah diterapkan dan berpengaruh dalam industri manufaktur. Pengaruh tersebut berkaitan dengan peningkatan kinerja dalam bisnis, peningkatan kecepatan dalam *supply chain* serta mengurangi biaya produksi. *Lean thinking* berlaku untuk semua proses bisnis dalam industri manufaktur. Pada penelitian Al-Aomar dan Matloub (2018), teknik *lean* digunakan untuk menilai sejauh mana kerangka kerja teoritis dalam *lean assessment* dapat mengidentifikasi dan mengelompokkan limbah hotel. Hasil studi dan kerangka kerja yang dikembangkan dapat digunakan oleh para praktisi dan peneliti dalam konseptualisasi dan penilaian adopsi *lean* di seluruh *supply chain* hotel dalam konteks yang berbeda.

Bedasarkan beberapa penelitian yang telah dijabarkan, didapatkan bahwa penggunaan metode *lean thinking* sudah banyak diterapkan di dunia industri Indonesia, khususnya industri manufaktur. *Lean thinking* tidak hanya dapat digunakan pada proses produksi, melainkan dalam semua proses untuk dapat meningkatkan kinerja bisnis dan mengurangi biaya. Dalam penelitian ini, metode *lean thinking* digunakan dalam proses bisnis yang paling berpengaruh terhadap masalah pengembalian produk pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri.

2.3 Takagi Sugeno Fuzzy Model

Penelitian terkait Takagi-Sugeno *fuzzy model* telah banyak dilakukan untuk menghitung nilai-nilai yang tidak pasti. Pada penelitian Civelek (2019), merancang *controller* sudut *pitch blade* turbin angin menggunakan Takagi-Sugeno *fuzzy model* untuk mengendalikan turbin angin yang dioptimalkan dengan algoritma genetika. *Controller* tersebut mencapai hasil yang lebih baik dikarenakan dapat meningkatkan stabilitas daya *output* turbin angin dan memberikan *input* daya yang jauh lebih stabil ke jaringan energi. *Controller* yang lebih baik membuat turbin angin akan terlindungi dari kerusakan akibat kecepatan angin. Hal ini akan meningkatkan masa penggunaan turbin angin dan mengurangi biaya produksi energi. Pada penelitian Indrawati dan Trihastuti (2013), membahas sistem kontrol Takagi-Sugeno *fuzzy model* agar sistem pendulum kereta mampu bergerak mengikuti sinyal referensi dengan tetap mempertahankan batang pendulum pada posisi terbaliknya (0 radian) serta dapat mengatasi gangguan. Model nonlinear dari Sistem Pendulum Kereta dapat direpresentasikan dengan Takagi-Sugeno *fuzzy model* berdasarkan kaidah Paralel Distributed Compensation (PDC). Hasil simulasi dan implementasi menunjukkan bahwa *plant* Sistem Pendulum-Kereta mampu mengikuti sinyal referensi dan dapat tetap mempertahankan posisi pendulum pada 0 radian. Penelitian lain oleh Putri dan Effendi (2016), menggunakan Takagi-Sugeno *fuzzy model* untuk merepresentasikan informasi yang bersifat *ambiguous* serta menetapkan alternatif terbaik berdasarkan kriteria tertentu. Hasil dari penggunaan Takagi-

Sugeno *fuzzy model* untuk menentukan lokasi kios terbaik berdasarkan kriteria harga, posisi dan ukuran kios dinyatakan valid menggunakan perhitungan manual dan Matlab.

Beberapa penelitian sebelumnya terkait Takagi-Sugeno *fuzzy model* yang telah dijelaskan sebelumnya digunakan untuk merepresentasikan sistem dan model nonlinier, sehingga dapat menghasilkan nilai yang stabil dan konsisten. Dalam tesis ini, Takagi-Sugeno *fuzzy model* digunakan untuk merepresentasikan nilai dari pemborosan-pemborosan pada setiap aktivitas dalam proses yang paling berpengaruh terhadap masalah pengembalian produk di sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri.

2.4 Penggunaan *Lean thinking* berbasis Fuzzy

Penelitian terkait penggunaan *lean thinking* berbasis *fuzzy* sudah banyak dilakukan, terutama di bidang manufaktur. Pada penelitian Susilawati, John David dan Mohammed (2014), mengusulkan metode untuk menangani ketidakjelasan dalam penilaian *lean*. Pengukuran ini memiliki kompleksitas yang tinggi, dikarenakan penilaian manusia yang subjektif pada praktik *Lean*. Ketidakjelasan penilaian manusia yang dimodelkan dengan *fuzzy* dan mempertimbangkan waktu penerapan *lean* serta penggunaan *multi evaluator*. Penelitian Bayou dan Korvin (2008), juga menggunakan ukuran *lean* menggunakan logika *fuzzy* untuk membandingkan kecenderungan produksi Perusahaan Ford Motor dan General Motor. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem Ford 17% lebih ramping daripada sistem GM selama periode 3 tahun. Dalam penelitian lain oleh Aqlan dan Ali (2014), kerangka kerja yang menggabungkan prinsip *lean manufacturing* dan analisis *fuzzy* digunakan untuk menilai risiko proses dalam industri kimia. *Tools* dan teknik dalam *lean* digunakan untuk menghilangkan pemborosan di lingkungan manufaktur. Risiko yang identik dengan ketidakpastian, ditangani menggunakan prinsip logika *fuzzy*. Estimasi *fuzzy* diperoleh untuk faktor risiko. Hasil menunjukkan bahwa kerangka kerja yang diusulkan dapat secara efektif meningkatkan proses manajemen risiko di industri kimia. Selain itu, penelitian oleh Oleghe dan Konstantinos (2016), juga untuk menetapkan keterbatasan metode deterministik konvensional untuk merepresentasikan kinerja *lean* dan menunjukkan pemodelan *lean* berbasis *fuzzy* sebagai teknik yang lebih baik.

Beberapa penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa nilai dari *lean* merupakan suatu nilai yang subjektif dan *ambiguous*, sehingga untuk membuat nilai *lean* tersebut menjadi konsisten dan stabil, diperlukan sebuah algoritma *fuzzy*. Dalam tesis ini, *lean thinking* digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan pada setiap aktivitas dalam proses yang paling berpengaruh terhadap masalah pengembalian produk pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri. Pemborosan yang telah diidentifikasi, direpresentasikan menggunakan Takagi-Sugeno *fuzzy model* untuk menentukan klasifikasinya.

2.2 Profil Perusahaan

Sebuah perusahaan makanan ringan didirikan pada tanggal 15 Februari 2010 di Kediri. Perusahaan ini merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri makanan dan minuman ringan. Sarana dan prasarana yang memadai serta sumber daya manusia yang kompeten, produktif dan efisien mendukung perusahaan ini untuk dipercaya dan dikenal hampir seluruh Indonesia. Cakupan wilayah PT. Rukun Bersama Sentosa telah mencapai 50% dari Area nasional Indonesia, dengan jumlah *outlet* kurang lebih sebanyak 22.000. Perusahaan makanan ringan ini melakukan peningkatan dan inovasi baru dalam jenis produk, mulai dari: wafer *flat*, wafer *stick*, *frying*, *extruding*, *chocolate processing*, *biscuit* dan air mineral. Beberapa kebijaksanaan penting dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut:

- a. Memproduksi produk makanan dan minuman yang aman, higienis, halal dan berkualitas.
- b. Menghasilkan produk sesuai harapan pihak yang berkepentingan.
- c. Melakukan proses pengendalian mutu dan keamanan pangan di lingkungan perusahaan.

2.3 Pengembalian Produk

Pengembalian produk merupakan aktivitas bernilai rendah bagi pelaku bisnis (Blocher et al., 2007). Pengembalian produk terjadi jika produk yang diterima konsumen tidak sesuai dengan keinginan konsumen atau produk yang diterima konsumen dalam keadaan rusak (Arifiyanti et al., 2018).

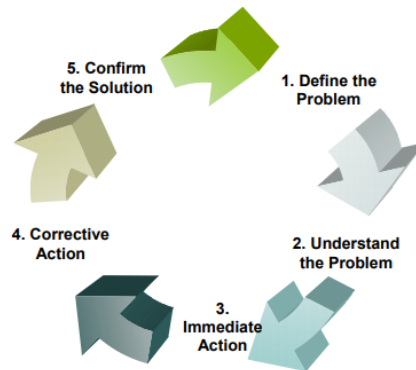
Pengembalian produk ini tidak dapat diabaikan oleh pelaku bisnis (Arifiyanti et al., 2018). Menurut Undang-Undang Perlindungan Konsumen (UUPK) nomor 8 tahun 1999 pasal 4 mengenai hak konsumen, konsumen berhak mendapatkan produk yang sesuai dengan yang dijanjikan dan jika tidak, maka konsumen berhak mendapatkan kompensasi, ganti rugi dan/atau penggantian. Hal ini menyebabkan pelaku bisnis saat ini membuat aturan-aturan terkait pengembalian produk yang harus ditaati oleh konsumennya. Aturan pengembalian produk yang jelas menunjukkan bahwa pelaku bisnis memiliki kualitas produk yang baik pula (Arifiyanti et al., 2018).

Pada penelitian ini, pengembalian produk merupakan masalah utama pada perusahaan makanan di Kediri. Pengembalian produk pada perusahaan ini mencapai jumlah yang tinggi sehingga perusahaan mengalami kerugian yang besar.

2.4 Root Cause Analysis

Root Cause Analysis (RCA) merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengatasi sebuah masalah hingga ke akar penyebab masalah tersebut. RCA digunakan agar dapat memperbaiki atau menghilangkan penyebabnya dan mencegah masalah tersebut berulang (Vorley, 2008).

Langkah pertama dalam RCA adalah mengidentifikasi masalah. Proses ini memonitor banyak aspek organisasi, dan dapat menemukan area masalah yang potensial. Setelah masalah ditemukan, ada 5 langkah dasar untuk menyelesaikan RCA (Vorley, 2008).



**Gambar 2.1 Langkah Dasar RCA
(Vorley, 2008)**

Langkah awal dalam proses ini adalah *define the problem* menggunakan prinsip SMART (*Specific, Measurable, Actions oriented, Realistic, Time constrained*). Proses ini akan menentukan bagaimana RCA dijalankan sebagai proyek. Langkah selanjutnya adalah *understand the problem*. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang jelas tentang masalah dengan cara memeriksa informasi dan mendapatkan data nyata tentang masalah tersebut. Pada proses ini dapat menggunakan berbagai macam alat dan teknik. Langkah ketiga adalah *immediate action*, yaitu menerapkan tindakan sementara di tempat terjadinya masalah. Semakin jauh solusi yang ditentukan dari sumber masalah, semakin kecil kemungkinan solusi tersebut akan efektif. Langkah selanjutnya adalah *corrective action*. Proses ini untuk menentukan dan memprioritaskan penyebab mendasar masalah yang paling mungkin terjadi, karena tindakan pencegahan sementara sebelumnya tidak menyelesaikan akar permasalahan. Pada tahap ini mengambil tindakan korektif untuk setidaknya mengurangi atau lebih baik menghilangkan penyebabnya. Setelah langkah-langkah telah ditentukan dan diimplementasikan, langkah terakhir adalah *confirm the solution*. Proses ini menetapkan keberhasilan pendekatan yang diadopsi. Setelah mengkonfirmasi keberhasilan solusi yang disarankan, maka aturan atau metode kontrol perlu ditetapkan untuk menghindari masalah terjadi lagi. Proses ini adalah yang paling penting dalam RCA, tetapi paling sering terlewatkan (Vorley, 2008).

Berbagai macam teknik pada RCA diantaranya adalah (Vorley, 2008):

a. 5 Why's

Teknik ini merujuk pada praktik bertanya sebanyak lima kali mengenai mengapa kegagalan telah terjadi untuk sampai ke akar penyebab masalah. Tidak ada teknik khusus yang diperlukan, tetapi hasilnya harus ditangkap dalam Lembar Kerja. Teknik ini paling baik digunakan saat menangani RCA sederhana.

b. *Pareto Analysis*

Teknik yang mudah digunakan untuk membantu memilih perubahan yang paling efektif. Hal ini berguna ketika banyak tindakan yang mungkin dilakukan untuk menarik perhatian.

c. *Cause and Effect Diagram*

Teknik ini dikenal sebagai diagram *Fishbone* dan diagram Ishikawa. Teknik ini bermanfaat digunakan untuk RCA yang lebih kompleks. Jenis diagram ini mengidentifikasi semua proses dan faktor potensial yang dapat berkontribusi pada masalah. Setelah mendapatkan semua informasi yang diperlukan, kemudian memprioritaskan area masalah yang dapat dikendalikan dan menemukan solusinya.

d. *Brainstorming* atau *Interviewing*

Teknik yang paling sering digunakan. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam teknik ini diantaranya adalah:

- Mengumpulkan ide sebanyak mungkin dari peserta tanpa kritik atau penilaian saat ide dihasilkan.
- Semua ide dapat diterima. Semakin banyak gagasan semakin baik.
- Tidak ada diskusi sekunder yang dilakukan selama kegiatan *brainstorming*. Membicarakan ide-ide dapat dilakukan setelah *brainstorming* selesai.
- Dilarang mengkritik atau menghakimi. Dilarang mengeluh, mengerutkan kening, atau tertawa. Semua ide sama-sama valid pada tahap ini.
- Membangun ide-ide orang lain.
- Menulis semua ide pada *flipchart* atau papan agar seluruh peserta dapat dengan mudah melihatnya. Dapat menggunakan *Cause and Effect Diagrams* dan *Fault Trees* untuk membantu menangkap informasi.
- Menetapkan batas waktu untuk *brainstorming*.

e. *Process Analysis, Mapping, Flowchart*

Flowchart digunakan untuk mengatur informasi tentang suatu proses secara grafis sehingga memperjelas apa yang saling terpengaruh. Teknik ini berguna untuk memahami apa yang sedang terjadi.

f. *Fault Tree*

Teknik grafis yang memberikan deskripsi sistematis tentang kombinasi kemungkinan kejadian dalam suatu sistem, yang dapat menghasilkan sesuatu yang tidak diinginkan. Teknik ini dapat menggabungkan kegagalan sistem dan manusia. *Fault tree* dapat digambarkan dari kiri ke kanan atau atas ke bawah.

g. *Check Sheets*

Check sheets digunakan untuk mengumpulkan dan merekam data. Data biasanya numerik, tetapi juga dapat digunakan dalam bentuk lain. *Check*

sheets dapat digunakan setiap hari untuk memeriksa cacat perangkat lunak atau jumlah dan jenis insiden konsumen.

h. *Control Charts*

Grafik yang digunakan untuk mempelajari bagaimana suatu proses berubah seiring waktu. Diagram ini memiliki garis tengah untuk nilai rata-rata, garis atas untuk batas kontrol atas dan garis bawah untuk batas kontrol bawah. Garis-garis ini ditentukan dari data historis. Dengan membandingkan data saat ini dengan garis-garis ini, dapat ditarik kesimpulan tentang apakah variasi proses konsisten atau tidak dapat diprediksi.

i. *Quality Planning*

Tujuan dari teknik ini adalah untuk mengantisipasi kemungkinan sumber berkualitas buruk dan mengatur cara mengidentifikasi kegagalan tersebut serta mencegahnya terjadi.

Pada penelitian ini, RCA digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah pengembalian produk. Identifikasi tersebut menggunakan salah 1 teknik dalam RCA, yaitu *Cause and Effect Diagram*. Hasil dari penggunaan teknik ini kemudian akan divisualisasikan menggunakan *Fishbone Diagram*.

2.5 Proses Bisnis

Menurut Rosing dkk (2015), Proses berasal dari kata latin *processus* yang dapat diartikan sebagai tindakan dari sesuatu yang dilakukan dan bagaimana melakukannya. Sebuah proses adalah sekumpulan tugas atau aktivitas yang saling terkait dan diawali sebagai respons dari kejadian yang bertujuan untuk mencapai hasil tertentu untuk konsumen. Proses terdiri dari berbagai sub proses dan aktivitas maupun buffer yang saling terkait. Aktivitas adalah bentuk yang paling sederhana dalam proses transformasi. Buffer adalah aktivitas khusus yang mengolah dimensi waktu dari unit aliran dengan menundanya. Buffer sering dianggap sebagai aktivitas yang tidak menambah nilai dan harus dihilangkan. Pada kenyataannya, *buffer* tidak dapat dihindari dalam sebuah proses karena banyaknya ketidakpastian, baik secara eksternal maupun internal (Mahendrawathi, 2018).

Menurut Dumas dkk (2013), sebuah proses terdiri dari beberapa unsur, diantaranya:

a. Kejadian (*Events*) dan Aktivitas (*Activities*)

Kejadian adalah sesuatu yang terjadi tanpa durasi dan memicu dilaksanakannya serangkaian aktivitas. Aktivitas adalah sekumpulan pekerjaan/*task*. Unit pekerjaan terkecil disebut juga dengan tugas (*task*).

b. Poin keputusan (*Decision points*)

Poin keputusan adalah titik waktu dimana sebuah keputusan dibuat yang memengaruhi bagaimana sebuah proses dijalankan.

c. Aktor (*Actors*)

Aktor adalah manusia, organisasi, perangkat lunak yang menjalankan tugas bagi manusia atau organisasi, obyek fisik, dan obyek lain yang bukan material.

d. Hasil (*Outcome*)

Hasil idealnya membawa nilai bagi aktor yang terlibat dalam proses. Nilai tersebut dapat nilai positif maupun nilai negative.

Berdasarkan unsur-unsur tersebut, definisi proses bisnis adalah sekumpulan kejadian, aktivitas dan poin keputusan saling terkait yang melibatkan sejumlah aktor dan obyek, serta secara Bersama-sama membawa hasil yang bernilai bagi pelanggannya (Dumas, et al., 2013).

Menurut Weske (2007), proses bisnis adalah sekumpulan aktivitas yang dilakukan secara terkoordinasi dalam organisasi dan lingkungan teknis. Aktivitas ini bersama-sama merealisasikan tujuan bisnis. Setiap proses bisnis dijalankan oleh sebuah organisasi, namun dapat berinteraksi dengan proses bisnis yang dilakukan oleh perusahaan lain (Weske, 2007).

Proses tidak hanya terkait dengan pekerjaan yang sangat terstruktur dan transaksional. Terdapat tiga kelompok proses bisnis (Hammer, 2015), yaitu:

- a. Proses inti (*Core Processess*), yaitu proses yang menambah nilai bagi pelanggan eksternal sehingga penting bagi bisnis, yang meliputi: *Transactional process* dan *Development process*.
- b. Proses pendukung (*Enabling/Support Processes*), yaitu proses yang menciptakan nilai bagi pelanggan internal. Proses ini menciptakan nilai bagi pelanggan, namun pelanggan dari proses ini adalah dari dalam perusahaan sendiri.
- c. Proses tata kelola (*Governing processes*), yaitu proses manajemen yang meungkinkan sebuah organisasi berjalan.

Penelitian dalam tesis ini menggunakan pendekatan proses, sehingga langkah awal untuk mengatasi masalah tingginya jumlah pengembalian produk pada perusahaan makanan ringan di Kediri adalah dengan mengidentifikasi proses bisnisnya.

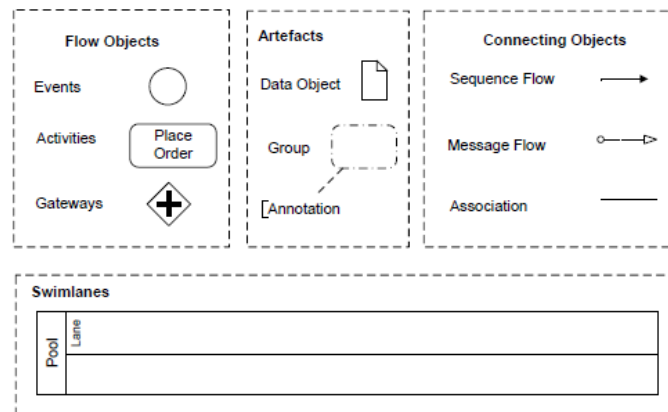
2.1 Business Process Modelling and Notation (BPMN)

Dalam proses bisnis, keadaan saat ini dianalisis prosesnya (dengan menggunakan model), dalam upaya untuk mendeteksi perbaikan, kemudian merancang versi baru (yang biasa disebut calon model) dari proses tersebut untuk memecahkan masalah. Model-model ini direpresentasikan secara grafis menggunakan *Business Process Modelling and Notation* (BPMN). BPMN menjelaskan semua elemen yang dapat digunakan untuk memodelkan suatu proses bisnis, termasuk *activities*, *flows*, *gateways*, *events*, dan banyak lainnya (Enriquez et al., 2018).

BPMN dapat digunakan untuk berbagai tingkat abstraksi, termasuk tingkat bisnis dan tingkat teknologi perangkat lunak. Tujuan utama dari BPMN adalah

untuk memberikan notasi yang mudah dipahami oleh semua pengguna bisnis, dari analis bisnis hingga teknisi. BPMN tidak terbatas pada bahasa tertentu, tergantung orang yang bertanggung jawab dalam pemodelan proses bisnis tersebut (Weske, 1998).

Elemen notasi dalam pemodelan proses bisnis dibagi menjadi 4 kategori dasar, yaitu: *flow objects*, *artefacts*, *connecting objects*, dan *swimlanes*. Kategori elemen notasi dalam pemodelan proses bisnis ditunjukkan pada gambar 2.2 (Weske, 1998).



Gambar 2.2 Business Process Modelling and Notation: Elemen Notasi (Weske, 1998)

Flow object adalah seluruh kumpulan dari proses bisnis, termasuk *events*, *activities*, dan *gateways*. *Events* merupakan semua hal yang relevan dengan proses bisnis. *Activities* merupakan pekerjaan yang dilakukan selama proses bisnis. Representasi dari hubungan penggabungan atau pemisahan antara aktivitas dan peristiwa disebut dengan *gateways* (Weske, 1998).

Artefacts digunakan untuk menunjukkan informasi tambahan tentang proses bisnis yang tidak secara langsung relevan untuk *flows* dalam proses bisnis. *Data objects*, *groups*, dan *annotations* termasuk bagian dari *artefacts*. Setiap *artefacts* dapat dihubungkan dengan *flows* untuk tujuan informasi. *Data objects* diwakili dengan nama yang bertujuan untuk dokumentasi proses. *Annotations* berfungsi untuk mendokumentasikan aspek-aspek tertentu dari proses bisnis dalam bentuk tekstual. *Groups* adalah artefak yang digunakan untuk mengelompokkan elemen dari suatu proses (Weske, 1998).

Connecting objects menghubungkan *flow objects*, *artefacts* atau *swimlanes*. *Sequence flow* digunakan untuk menentukan urutan dari *flow objects*. *Message flow* menggambarkan aliran pesan anatar mitra bisnis. *Association* merupakan tipe spesifik dai *connecting object* yang digunakan untuk menghubungkan *artefacts* dengan elemen-elemen dalam pemodelan proses bisnis (Weske, 1998).

Identifikasi proses bisnis pada penelitian ini kemudian divisualisasikan menggunakan BPMN. Hasil dari BPMN ini digunakan untuk dasar peneliti melakukan wawancara dengan staf ahli yang terkait dengan proses bisnis tersebut.

2.6 Lean Thinking

Lean merupakan sebuah ilmu manajemen yang berasal dari industri manufaktur, khususnya teknik filosofi dari Toyota. Salah satu prinsip utama *Lean* adalah penghapusan pemborosan. Pemborosan merupakan aktivitas yang tidak menambah nilai bagi konsumen. Orientasi konsumen pada *lean* hampir sama dengan Manajemen proses bisnis. Banyak prinsip dari *lean* yang juga diserap oleh manajemen proses bisnis (Dumas, 1998).

Lean manufacturing, yang biasa disebut sebagai *lean*, merupakan praktik produksi yang digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan dalam aktivitas yang ada serta menghilangkannya untuk mencapai perbaikan secara berkelanjutan dan produktivitas yang lebih baik (Fullerton et al., 2014; Chiabert et al., 2015). *Lean* merupakan serangkaian teknik komprehensif yang dapat mengurangi dan menghilangkan 7 pemborosan. Pemborosan tersebut diantaranya adalah (Wilson, 2010):

1. *Overproduction*

Pemborosan yang merupakan kelebihan produksi ini, bukan hanya produksi yang tidak dapat dijual, tetapi juga membuat produk terlalu awal. Perusahaan merencanakan kelebihan produksi untuk berbagai alasan.

2. *Waiting*

Pemborosan ini dapat berarti proses penantian jangka pendek, maupun jangka Panjang. *Waiting* dapat disebabkan oleh pegawai yang tidak bekerja, kehabisan stok atau kerusakan mesin.

3. *Transportation*

Pemborosan pada bagian yang bergerak di sekitar proses, terjadi antara langkah-langkah dalam pemrosesan atau antar pemrosesan.

4. *Overprocessing*

Overprocessing merupakan pemborosan dalam mengolah produk melebihi dari keinginan konsumen. Pemilihan peralatan saat pemrosesan yang buruk atau tidak efisien juga dapat meningkatkan pemborosan ini.

5. *Movement*

Pemborosan dalam hal pergerakan orang yang tidak perlu, seperti operator maupun mekanik. Kriteria dalam pergerakan manusia ini adalah apakah kegiatan tersebut menambah nilai atau tidak. Desain kerja dan desain workstation adalah faktor kunci dalam mengatasi pemborosan ini.

6. *Inventory*

Semua inventaris merupakan pemborosan jika tidak dapat secara langsung menjadi penjualan. Inventaris dapat berupa bahan baku maupun barang jadi.

7. *Defective Parts*

Pemborosan ini merupakan barang jadi yang cacat produksi. Menurut Wilson (2010), Ohno juga mengkategorikan pemborosan ini dengan usaha dan material untuk membuat barang cacat tersebut. Selain

barang jadi yang tidak dapat dijual, tetapi waktu, usaha dan energi dari pegawai juga hilang untuk memproduksinya.

Penghapusan pemborosan secara terus menerus ini akan meningkatkan kualitas serta mengurangi waktu produksi dan biaya. Teknik ini dapat membuat sebuah perusahaan lebih fleksibel dan responsif. Aplikasi dari konsep *lean* yaitu mengurangi *lead time* dan meningkatkan *output* dengan menghilangkan pemborosan (Ristyowati et al., 2017). Penghapusan pemborosan dapat menghasilkan konektivitas yang lebih baik antar aktivitas. Hal ini dapat meningkatkan waktu respons terhadap permintaan konsumen, mengurangi inventaris, mengurangi biaya, dan meningkatkan produktivitas (Yang et al., 2015).

Lean memiliki 3 prinsip dasar yang diterapkan untuk mencapai tujuan operasional bisnis, diantaranya (Ristyowati et al., 2017):

1. Prinsip mendefinisikan nilai produk (*Define Value*)
Prinsip ini dilakukan dengan mengacu kepada pandangan dan pendapat konsumen. Pendefinisian nilai produk dimulai dengan membuat *Value Stream Map* untuk mengidentifikasi value yang ada pada seluruh aliran proses. Hasil dari identifikasi tersebut untuk mengetahui proses-proses yang tidak memberikan nilai tambah kepada konsumen (Ristyowati et al., 2017).
2. Prinsip menghilangkan pemborosan (*Waste Elimination*)
Pemborosan dalam konsep *lean* adalah segala aktivitas yang tidak memberi nilai tambah kepada produk yang dihasilkan untuk kepuasan konsumen (Ristyowati et al., 2017).
3. Prinsip mengutamakan karyawan (*Support the Employee*)
Penerapan *lean* dilakukan oleh karyawan di semua level dalam sebuah perusahaan. Perusahaan harus mendukung karyawan dengan memberikan pendidikan dan pelatihan untuk memahami *lean*, karena operasional harian proses *lean* dilakukan oleh karyawan (Ristyowati et al., 2017).

Pada tesis ini, untuk mengatasi masalah perusahaan makanan ringan di Kediri, maka diperlukan sebuah metode *lean* untuk menghasilkan produktivitas yang lebih baik sehingga pengembalian produk dapat berkurang. *Lean* digunakan untuk mengurangi dan menghilangkan pemborosan yang terjadi pada setiap aktivitas proses bisnis yang berpengaruh terhadap masalah pada sebuah perusahaan makanan ringan. Pemborosan yang ditemukan tidak langsung dihilangkan sepenuhnya, tetapi menggunakan klasifikasi pemborosan.


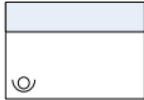
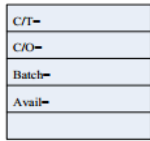




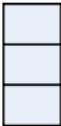
2.2 Value Stream Map








Value Stream Map (VSM) adalah metode untuk mengidentifikasi semua aktivitas (*value added* dan *non value added*) dalam sebuah aliran proses (Venkataraman et al., 2014; Rohac & Janusuka, 2015). VSM terbagi menjadi 2 jenis, yaitu *current state* dan *future state map* (Abdulmalek & Rajgopal, 2007; Suhadak & Amit, 2015). *Current state map* adalah keadaan saat ini dan *future*

state map keadaan yang menunjukkan bahwa pemborosan telah dihilangkan (Rohani & Zahraee, 2015).

VSM membantu mengidentifikasi hambatan, pemborosan dalam proses, dan urutan aktivitas (Baby et al., 2018). VSM dirancang untuk mengurangi *lead time*, membuat aliran proses dan mengeliminasi waste. Tujuan dari VSM untuk memenuhi permintaan konsumen dengan biaya terendah dan kualitas terbaik (Nielsen, 2008). VSM menjadi dasar untuk implementasi *Lean* dan dapat mengidentifikasi sumber utama terjadinya waste. Tujuan lain pemetaan VSM adalah untuk mengidentifikasi seluruh jenis pemborosan di sepanjang *Value Stream* dan untuk mengambil langkah dalam upaya mengeliminasi pemborosan tersebut (Ayu, 2018). Beberapa simbol yang biasa digunakan untuk menyajikan *Value Stream Mapping* dapat dilihat pada Tabel 2.5 (Nielsen, 2008).

Tabel 2.1 Simbol pada *Value Stream Mapping* (VSM) (Nielsen, 2008)

	Simbol	Keterangan
		Simbol ini melambangkan <i>supplier</i> jika diletakkan di kiri atas (titik awal aliran material) dan melambangkan pelanggan jika diletakkan di kanan atas (titik akhir aliran material).
	Customer / Supplier	
Simbol Proses		Simbol ini melambangkan suatu proses, mesin/departemen yang dilalui oleh material.
	Dedicated Process	
		Simbol ini melambangkan informasi atau data tambahan yang diperlukan dalam menganalisis dan mengobservasi sistem. Jenis informasi yang terdapat pada lambang ini dapat berupa <i>cycle time</i> , jumlah operator, dan lain-lain.
	Data Box	
		Simbol ini melambangkan adanya persediaan diantara dua proses
	Inventory	
Simbol Material		Simbol ini melambangkan pergerakan bahan baku dari <i>supplier</i> ke pabrik atau pergerakan barang jadi dari pabrik ke konsumen.
	Shipments	
		Simbol ini melambangkan dorongan material dari satu proses ke proses selanjutnya.
	Push Arrow	
		Simbol ini melambangkan proses yang menggunakan sistem persediaan FIFO (<i>First-In-First-Out</i>) dan memiliki batas maksimum persediaan.
	FIFO Lane	
		Simbol ini melambangkan jumlah persediaan tambahan (<i>safety stock</i>) untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan konsumen yang mendadak atau kegagalan sistem.
	Safety Stock	

Simbol Informasi		Simbol ini melambangkan pusat penjadwalan produksi atau pengendalian yang dilakukan oleh departemen, orang, atau operasi.
	Production Control	
		Simbol ini melambangkan aliran informasi secara langsung melalui memo, laporan, atau percakapan.
	Manual Information	
		Simbol ini melambangkan perpindahan informasi yang dilakukan melalui media elektronik seperti email, telepon, dan lain-lain.
	Electronic Information	
Simbol Informasi		Simbol ini digunakan untuk menyorot kebutuhan perbaikan dan merencanakan penerapan <i>kaizen</i> , yang penting untuk mencapai <i>future state map</i> dari sebuah <i>value stream</i> .
	Kaizen Burst	
		Simbol ini melambangkan jumlah operator yang dibutuhkan untuk memproses produk pada <i>workstation</i> tertentu.
	Operator	
		Simbol ini melambangkan informasi tambahan yang perlu diberikan untuk menjelaskan sesuatu yang ditulis di <i>value stream mapping</i> .
	Other Information	
Simbol Informasi		Simbol ini melambangkan <i>timeline</i> yang menunjukkan <i>value added times (cycle times)</i> dan <i>non-value added times (wait)</i> . <i>Timeline</i> digunakan untuk menghitung <i>lead time</i> dan <i>total cycle time</i> .
	Timeline	

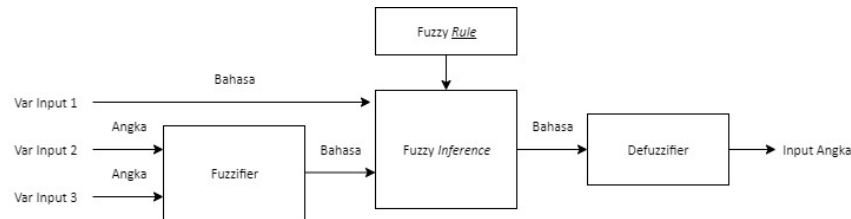
Pada penelitian dalam tesis ini, VSM digunakan untuk memvisualisasikan pemborosan yang terjadi pada setiap aktivitas dalam proses bisnis yang paling berpengaruh dalam perusahaan makanan ringan di Kediri. *Lead time* yang diidentifikasi dari hasil wawancara dan observasi peneliti kemudian diberikan nilai untuk selanjutnya dapat dihitung menggunakan *fuzzy* dan diklasifikasikan.

2.7 Fuzzy

Fuzzy Model pertama kali diperkenalkan pada pertengahan tahun 1965 oleh Prof. Lotfi Zadeh dari Universitas California. Beliau menemukan hukum benar atau salah dari logika Boolean yang tidak memperhitungkan kondisi nyata. *Fuzzy model* merupakan salah satu cara untuk mencari solusi untuk permasalahan yang dianggap samar (Novita, 2016).

Dasar *fuzzy model* adalah teori himpunan *fuzzy*. *Fuzzy* secara bahasa diartikan kabur atau samar-samar. Nilai pada *fuzzy* tergantung pada nilai keanggotaan yang dimiliki. Nilai keanggotaan dalam *fuzzy* memiliki rentang nilai antara 0 sampai dengan 1 (Hariri, 2016). *Fuzzy model* merupakan suatu cara yang menghubungkan antara *input* menuju *output*. *Fuzzy* menyediakan mekanisme untuk mewakili suatu besaran menggunakan linguistik, seperti 'banyak', 'rendah', 'menengah', 'sering' atau 'sedikit' (Kusumadewi, 2010).

Sistem Inferensi Fuzzy atau *Fuzzy Inference Sistem* (FIS) merupakan inti utama dari sistem *fuzzy model*. Sistem inferensi fuzzy merumuskan aturan yang sesuai berdasarkan keputusan yang dibuat. Sistem inferensi fuzzy menggunakan aturan “IF...THEN...”, dan penghubung dalam pernyataan aturan tersebut menggunakan “OR” atau “AND” (Hariri, 2016).



Gambar 2.3 Sistem Fuzzy dengan input berupa angka dan bahasa (Hariri, 2016)

Menurut Sivanandam (2007), sistem inferensi fuzzy terdiri dari antarmuka fuzzifikasi, aturan dasar, basis data, unit pengambilan keputusan, dan antarmuka defuzzifikasi. Antarmuka fuzzifikasi berfungsi untuk mengubah nilai tegas menjadi nilai fuzzy atau derajat perbandingan dengan nilai linguistik. Aturan dasar berisi sejumlah aturan fuzzy “IF...THEN...”. Basis data bertujuan untuk mendefinisikan fungsi keanggotaan fuzzy yang digunakan dalam aturan fuzzy. Unit pengambilan keputusan berfungsi untuk melakukan operasi inferensi pada aturan fuzzy, sedangkan antarmuka defuzzifikasi berfungsi untuk mengubah hasil inferensi fuzzy kembali menjadi nilai tegas (Hariri, 2016).

Cox (1994) dalam buku yang berjudul logika fuzzy karangan Sri Wahyuni mengatakan bahwa ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan fuzzy model (Mulyanto et al., 2016), antara lain:

1. Konsep fuzzy model mudah dimengerti, karena fuzzy model menggunakan dasar teori himpunan, konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy tersebut cukup mudah dimengerti.
2. Fuzzy model sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
3. Fuzzy model memiliki toleransi dengan data yang tidak tepat. Jika diberikan sekelompok data yang cukup homogen, dan kemudian ada yang eksklusif, maka fuzzy model memiliki kemampuan untuk menangani data eksklusif tersebut.
4. Fuzzy model mampu memodelkan fungsi – fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Fuzzy model dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan. Dalam hal ini, sering dikenal dengan nama fuzzy expert systems.
6. Fuzzy model dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional. Hal ini umumnya terjadi pada aplikasi di bidang mesin maupun teknik elektro.
7. Fuzzy model didasarkan pada bahasa alami. Fuzzy model menggunakan bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.

Fungsi keanggotaan adalah kurva yang menentukan bagaimana setiap titik dalam ruang input dipetakan ke nilai keanggotaan yang memiliki interval antara 0 dan 1. Nilai 0 menunjukkan nilai keanggotaan bukan anggota dari set *fuzzy*, sedangkan nilai 1 menunjukkan nilai keanggotaan merupakan anggota dari set *fuzzy* (Mandal, 2012).

Menurut Ross (2010), ada 3 metode inferensi untuk sistem *fuzzy* berdasarkan aturan linguistic, yaitu:

1. Metode Mamdani
Metode paling umum dalam praktik dan literatur. Metode ini memiliki basis aturan *fuzzy* dengan sejumlah anteseden (*input*) dan konsekuensi (*output*) dengan menggunakan IF-THEN.
2. Metode Sugeno
Metode ini diusulkan dalam upaya untuk mengembangkan pendekatan sistematis untuk menghasilkan aturan *fuzzy* dari *input-output* data yang diberikan.
3. Metode Tsukamoto
Metode ini memiliki konsekuensi dari setiap aturan *fuzzy* yang diwakili oleh himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan monoton. Dalam fungsi keanggotaan monoton, *output* yang disimpulkan dari setiap aturan didefinisikan sebagai nilai *crisp* yang disebabkan oleh nilai keanggotaan yang berasal dari klausa aturan sebelumnya. *Output* keseluruhan dihitung oleh rata-rata tertimbang dari setiap *output* aturan. Agregasi model Tsukamoto untuk keseluruhan *output* juga menghindari proses *defuzzifikasi* yang menghabiskan waktu.

Pada tesis ini, *fuzzy* digunakan untuk menilai pemborosan yang terjadi pada setiap aktivitas dalam proses yang paling berpengaruh terhadap masalah di perusahaan makanan Kediri, karena informasi terkait pemborosan tersebut didapatkan secara kualitatif. Pemborosan yang terdapat pada masing-masing aktivitas tersebut tidak semuanya dihapus, tetapi diklasifikasikan terlebih dahulu.

2.2 Takagi-Sugeno *Fuzzy Model*

Takagi-Sugeno *fuzzy model* merupakan logika yang digunakan untuk menghasilkan keputusan tunggal/*crisp* saat *defuzzifikasi*. Urutan proses Takagi-Sugeno *fuzzy model* dimulai dari *Fuzzyfikasi*, penerapan *rule*, *defuzzifikasi*, dan *output* (Hariri, 2016).

Fuzzy sugeno pertama kali diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985, sehingga sering dinamakan dengan metode TSK (Takagi-Sugeno Kang). Takagi-Sugeno *fuzzy model* merupakan metode inferensi *fuzzy* untuk aturan yang dipresentasikan dalam bentuk IF-THEN, dimana *output* tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linier. Model ini menggunakan fungsi keanggotaan *singleton*, yaitu fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu *crisp* tunggal dan 0 pada *crisp* yang lain (Wang, 1997).

Menurut Cox (1994) Dalam Buku Aplikasi Logika *Fuzzy* Untuk Pendukung Keputusan Edisi Dua Karya Sri Kusumadewi, metode TSK ini terdiri dari 2 jenis yaitu (Hariri, 2016):

a. Sugeno *fuzzy model* Orde-Nol

Secara umum bentuk *fuzzy model* ini adalah :

$$\begin{aligned} &\text{IF } (x_1 \text{ is } a_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n) \\ &\text{THEN } z = k, \end{aligned} \quad (2.1)$$

Keterangan Persamaan 2.1 dengan A_n adalah himpunan *Fuzzy* ke n sebagai antaseden (alasan), serta \circ adalah operator *Fuzzy* (AND atau OR) dan k merupakan konstanta tegas sebagai konsekuensi (kesimpulan).

b. Sugeno *fuzzy model* Orde-satu

Secara umum bentuk sugeno *fuzzy model* orde-satu adalah :

$$\begin{aligned} &\text{IF } (x_1 \text{ is } a_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n) \\ &\text{THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_n * x_n + q, \end{aligned} \quad (2.2)$$

Keterangan Persamaan 2.2 dengan A_n adalah himpunan *fuzzy* ke n sebagai antaseden, \circ adalah operator *fuzzy* (AND atau OR), p_n adalah konstanta ke n dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuensi.

Untuk mendapatkan *output* Takagi-Sugeno *fuzzy model* diperlukan 4 tahapan (Imawati et al., 2016):

1. Pembentukan Himpunan *fuzzy* Pada Metode Sugeno, baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.
2. Aplikasi fungsi implikasi. Pada Metode Sugeno, fungsi implikasi yang digunakan adalah *min*.
3. Komposisi Aturan Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada tiga metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu *max*, *additive* dan *probabilistic* OR (*probor*).
4. Penegasan atau sering disebut dengan *defuzzifikasi*. *Input* dari proses *defuzzifikasi* adalah konstanta atau persamaan linier (Ramdhani et al., 2016).

Penelitian ini menggunakan perhitungan Takagi-Sugeno *fuzzy model* dengan kriteria yang digunakan berdasarkan batasan-batasan dari waktu proses yang telah ditentukan oleh staf ahli pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri. Alternatif diasumsikan dengan pemborosan yang terjadi pada setiap aktivitas bisnis proses, sehingga dapat diklasifikasikan.

BAB 3 METODOLOGI

Sebelum melakukan penelitian, perlu ditetapkan metode penelitian terkait studi pustaka, desain penelitian, pengumpulan data penelitian dan pengolahan data penelitian.

3.1 Studi Pustaka

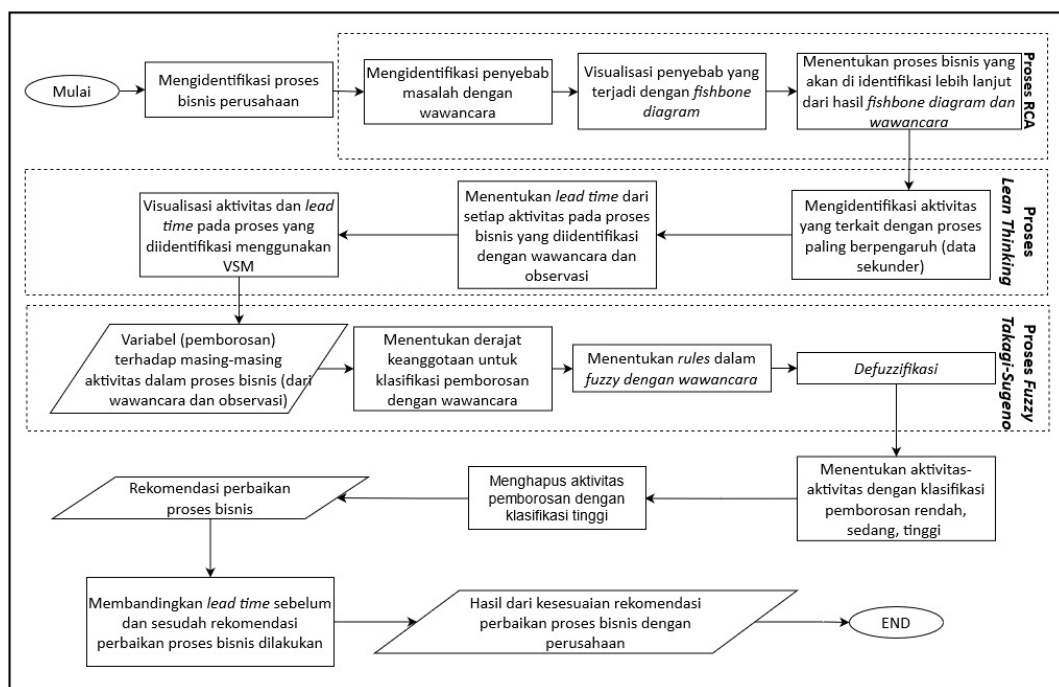
Tahapan penelitian ini dimulai dengan melakukan studi pustaka terhadap berbagai referensi dari buku dan publikasi ilmiah nasional ataupun internasional yang berkaitan dengan topik penelitian. Studi pustaka yang dilakukan meliputi pengumpulan data, metode manajemen proses bisnis, metode *lean thinking* dan Takagi-Sugeno *fuzzy model* yang telah dilakukan di beberapa penelitian sebelumnya.

3.2 Desain Penelitian

Gambar 3.1 menggambarkan alur proses penelitian yang diusulkan. Terdapat beberapa proses yang dijalankan. Berikut ini adalah penjelasannya :

1. Mengidentifikasi proses bisnis sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri menggunakan *Business Process Modelling and Notation* (BPMN).
2. Mengidentifikasi penyebab-penyebab masalah pengembalian produk dengan *root cause analysis* (RCA) pada proses bisnis sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri.
3. Memvisualisasikan penyebab-penyebab masalah yang teridentifikasi dari wawancara dengan menggunakan *fishbone diagram*.
4. Menentukan proses bisnis yang paling banyak menjadi penyebab masalah pengembalian produk.
5. Mengidentifikasi aktivitas-aktivitas terkait dengan proses bisnis yang paling berpengaruh terhadap masalah pengembalian produk sebuah perusahaan makanan ringan dengan melakukan observasi lapangan dan data.
6. Menentukan *lead time* dari masing-masing aktivitas pada proses bisnis dengan observasi lapangan dan wawancara.
7. Menggambar aktivitas-aktivitas dan *lead time* pada proses bisnis menggunakan VSM (*Value Stream Map*).
8. Menentukan variabel yang akan digunakan pada Takagi-Sugeno *fuzzy model*. Variabel tersebut merupakan 7 jenis pemborosan pada metode lean, yaitu: *transportation, waiting, overproduction, defective parts, inventory, movement* dan *excess processing*.
9. Menentukan derajat keanggotaan pada *fuzzy*, yang merupakan klasifikasi dari pemborosan untuk setiap jenis pemborosan.
10. Menentukan *rules* pada Takagi-Sugeno *fuzzy model*.
11. *Defuzzifikasi* untuk menentukan klasifikasi masing-masing pemborosan untuk masing-masing aktivitas.
12. Mengulangi proses 7-11 pada aktivitas-aktivitas proses bisnis yang lain.

13. Menentukan aktivitas-aktivitas yang memiliki nilai pemborosan tinggi untuk dihilangkan dari proses bisnis.
14. Membuat rekomendasi perbaikan proses bisnis dengan menghilangkan pemborosan-pemborosan yang ditemukan dengan klasifikasi tinggi.
15. Membandingkan *lead time* sebelum dan sesudah rekomendasi perbaikan proses bisnis dijalankan, kemudian melakukan evaluasi dengan wawancara dan angket terhadap manajemen (direktur operasional, manajer marketing, kepala divisi marketing, staff marketing, admin, kepala divisi gudang, admin gudang, kepala divisi transportasi, staf transportasi, kepala divisi pengiriman) untuk mengetahui kesesuaian rekomendasi perbaikan proses bisnis di sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri.
16. Mengidentifikasi hasil dari kesesuaian rekomendasi perbaikan proses bisnis dengan perusahaan makanan ringan di Kediri.



Gambar 3.1 Desain penelitian yang diusulkan

3.3 Pengumpulan dan Pengolahan Data Penelitian

Data yang diperlukan dalam penelitian ini terbagi menjadi data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang didapatkan melalui wawancara maupun observasi peneliti. Wawancara dilakukan terhadap direktur operasional, manager, kepala divisi dan staf ahli pada masing-masing aktivitas yang terkait dalam proses bisnis yang paling berpengaruh terhadap sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri menurut *Root Cause Analysis* (RCA). Observasi dilakukan dengan mengamati langsung setiap aktivitas dalam proses bisnis tersebut. Data sekunder merupakan data asli yang didapatkan dari sebuah perusahaan makanan ringan, meliputi sejarah perusahaan, alur proses bisnis, data kepala divisi dan staf ahli dan data keuangan. Data yang diperoleh diolah

menggunakan *lean thinking* dan Takagi-Sugeno *fuzzy model*. Penjelasan spesifik mengenai pengolahan data tersebut terdapat pada masing-masing aktivitas pada sub bab berikutnya.

3.1 Mengidentifikasi Permasalahan dalam Proses Bisnis pada Sebuah Perusahaan Makanan Ringan menggunakan Metode *Root Cause Analysis* (RCA) dan *Lean Thinking*

Pengolahan data diawali dengan merepresentasikan alur proses bisnis pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri menggunakan *Business Process Modelling and Notation* (BPMN). Tahapan selanjutnya adalah mengidentifikasi penyebab-penyebab yang terjadi dari masalah pengembalian produk yang tinggi dengan *root cause analysis* (RCA). RCA dilakukan dengan cara wawancara terhadap manajemen dan staf ahli perusahaan sesuai dengan visualisasi pada BPMN. Manajemen dan staf ahli pada perusahaan makanan ringan di Kediri memiliki pengalaman kerja dengan masing-masing jabatan tersebut minimal 8 tahun, sehingga para partisipan yang di-wawancara memiliki keahlian khusus pada jabatan masing-masing. Penyebab-penyebab yang telah ditemukan kemudian divisualisasikan menggunakan *fishbone diagram*.

Pengembalian produk yang terjadi dalam perusahaan ini merupakan pengembalian produk oleh pembeli akibat dari produk yang telah kadaluarsa. *Fishbone diagram* dan wawancara dengan direktur operasional menunjukkan proses bisnis yang memiliki pengaruh paling besar terhadap masalah pengembalian produk pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri. Proses bisnis paling berpengaruh tersebut diidentifikasi pemborosan yang terjadi menggunakan *lean thinking* untuk kemudian dirancang ulang.

3.2 Rekomendasi Perbaikan Proses Bisnis pada Sebuah Perusahaan Makanan Ringan Menggunakan *Lean Thinking* dan Takagi-Sugeno *Fuzzy Model*

Semua aktivitas yang terkait dengan proses bisnis paling berpengaruh terhadap masalah pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri, direpresentasikan menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM). *Mapping* ini menampilkan hasil identifikasi *lead time* dari masing-masing aktivitas tersebut. *Lead time* merupakan waktu yang ditempuh sebuah aktivitas mulai dilaksanakan hingga aktivitas selanjutnya dilaksanakan. Waktu tunggu dari masing-masing aktivitas juga termasuk dalam *lead time*. *Lead time* didapatkan dari menghitung waktu rata-rata aktivitas yang didapatkan dari observasi di lapangan dan wawancara dengan manager marketing.

Setelah VSM terbentuk, selanjutnya adalah menentukan klasifikasi pemborosan pada masing-masing aktivitas tersebut menggunakan Takagi-Sugeno *fuzzy model*. Variabel yang digunakan untuk perhitungan Takagi-Sugeno fuzzy model menggunakan 7 jenis pemborosan menurut Taiichi Ohno (Wilson, 2010), yaitu: *transportation*, *waiting*, *over production*, *defective parts*, *inventory*, *movement*, dan *over processing*. Masing-masing pemborosan akan menjadi

variabel untuk menentukan klasifikasi pemborosan dari setiap aktivitas. Klasifikasi dilakukan dengan menggunakan derajat keanggotaan pada Takagi Sugeno *fuzzy model*. Waktu yang dihitung menggunakan *fuzzy* didapatkan dari wawancara dengan manager marketing pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri dan waktu rata-rata setiap aktivitas berdasarkan observasi penulis di perusahaan tersebut. Waktu yang dihasilkan tersebut kemudian akan dihitung menggunakan Takagi-Sugeno *fuzzy model* untuk mendapatkan klasifikasi pemborosan pada setiap aktivitas.

Perhitungan Takagi-Sugeno *fuzzy model* diawali dengan tahap *fuzzifikasi*, yaitu menentukan derajat keanggotaan dari suatu masukan dalam himpunan *fuzzy*. Masukan yang digunakan adalah waktu yang didapatkan dari wawancara dan waktu yang didapatkan dari observasi peneliti. Kedua variabel tersebut didefinisikan dengan tiga himpunan kabur, yang merupakan klasifikasi dari masing-masing pemborosan, yaitu: Rendah, Sedang dan Tinggi. Setiap himpunan kabur memiliki interval keanggotaan yang didapatkan dari wawancara dengan manager marketing pada proses bisnis yang paling berpengaruh tersebut.

Pada penelitian ini menggunakan Takagi-Sugeno *fuzzy model* Orde-Nol, dimana bentuk model tersebut adalah sesuai dengan Persamaan 2.1. Tahap selanjutnya dari proses Takagi-Sugeno *fuzzy model* adalah pembentukan *fuzzy rule*. Pembentukan Aturan *fuzzy* didefinisikan dengan melakukan wawancara dengan manager marketing.

Setelah aturan *fuzzy* ditetapkan, kemudian adalah menghitung nilai keanggotaan untuk setiap variabel. Fungsi implikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi MIN (*minimum*), yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang *minimum* dari variabel masukan sebagai keluarannya.

Proses terakhir dari perhitungan Takagi-Sugeno *fuzzy model* adalah *defuzzifikasi*. Pada tahap *defuzzifikasi* memilih nilai tertinggi dari $\alpha_{\text{-predikat}}$ yang telah dihitung sebelumnya menggunakan metode Max.

Tahap identifikasi dari penelitian ini dilakukan dengan mendokumentasikan data hasil perhitungan *fuzzy* dalam sebuah tabel. Selanjutnya adalah memilih pemborosan yang termasuk ke dalam kategori sedang dan tinggi, untuk dapat diperbaiki atau dihilangkan.

Klasifikasi dari pemborosan akan menunjukkan aktivitas-aktivitas yang menghasilkan pemborosan terbanyak. Selanjutnya adalah membuat rancangan rekomendasi perbaikan proses bisnis sebagai solusi untuk mengurangi atau menghilangkan pemborosan yang telah ditemukan. Rekomendasi perbaikan proses bisnis dilakukan dengan memberikan solusi dengan menghubungkan Sistem Informasi (SI) terintegrasi dan tanpa menggunakan SI terintegrasi. Solusi tersebut kemudian dikonsultasikan kepada pihak manajemen untuk mencapai kesepakatan solusi yang akan dijadikan rekomendasi perbaikan bisnis. Rekomendasi perbaikan proses bisnis diharapkan dapat mengurangi waktu proses dari setiap aktivitas, sehingga dapat mengurangi jumlah pengembalian produk.

3.3 Evaluasi dari Rekomendasi Perbaikan Proses Bisnis pada Sebuah Perusahaan Makanan Ringan

Evaluasi dilakukan setelah rekomendasi perbaikan proses bisnis dijalankan selama kurang lebih 2 bulan. Rekomendasi perbaikan proses bisnis dilakukan evaluasi penerimaan oleh pengguna, sehingga peneliti dan manajemen mengetahui seberapa jauh rekomendasi perbaikan proses bisnis dapat mengurangi waktu proses dari masing-masing aktivitas dalam proses bisnis yang paling berpengaruh.

Kemudian rekomendasi perbaikan proses bisnis dirancang dan divisualisasikan menggunakan VSM untuk melihat gap dari proses saat ini dan proses yang diharapkan. Dari hasil rekomendasi perbaikan proses bisnis dilakukan validasi ke manajemen pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri untuk memastikan apakah solusi tersebut memungkinkan untuk dapat digunakan dalam proses bisnis perusahaan tersebut dan dapat menyelesaikan masalah pengembalian produk.

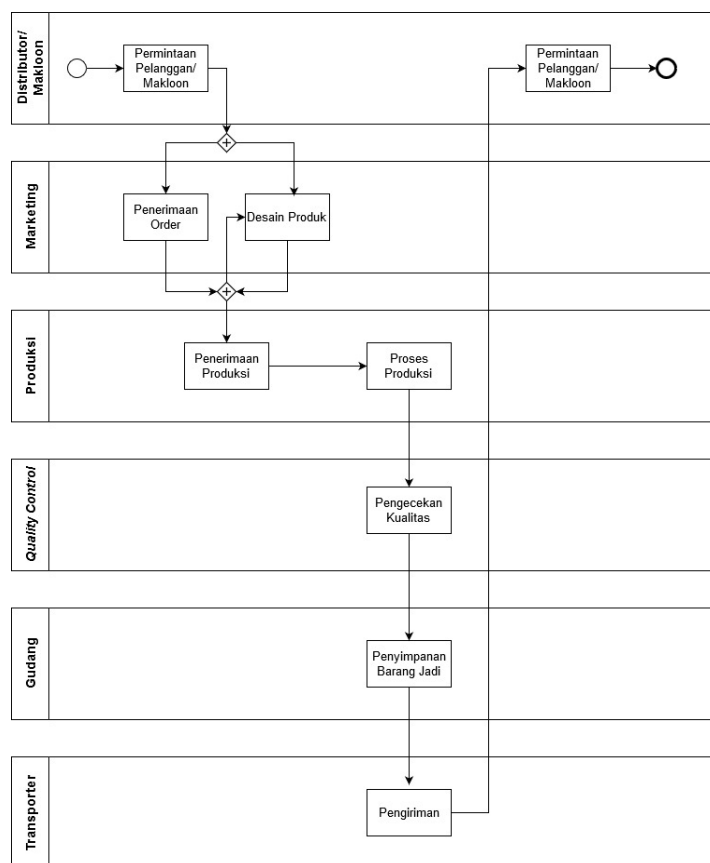
Evaluasi terakhir yang dilakukan adalah menghitung jumlah pengembalian dan penjualan produk makanan di perusahaan makanan ringan Kediri selama rekomendasi perbaikan proses bisnis dijalankan. Hal ini untuk mengetahui sejauh mana rekomendasi perbaikan proses bisnis dapat mengurangi jumlah perbaikan produk dengan jumlah penjualan yang juga tidak menurun.

BAB 4 PERANCANGAN PERBAIKAN PROSES BISNIS

Pada bab ini membahas tentang perancangan perbaikan proses bisnis, sebagaimana yang telah dijabarkan pada bab 3 yang berisikan metode yang diusulkan.

4.1 Metode *Root Cause Analysis (RCA)* dan *Lean Thinking*

Identifikasi proses bisnis sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri diawali dengan merepresentasikan alur proses bisnis pada sebuah perusahaan makanan ringan menggunakan *Business Process Modelling and Notation (BPMN)*. Proses bisnis didapatkan dari data asli perusahaan makanan ringan di Kediri. BPMN ini digunakan sebagai dasar peneliti melakukan wawancara di tahap selanjutnya.



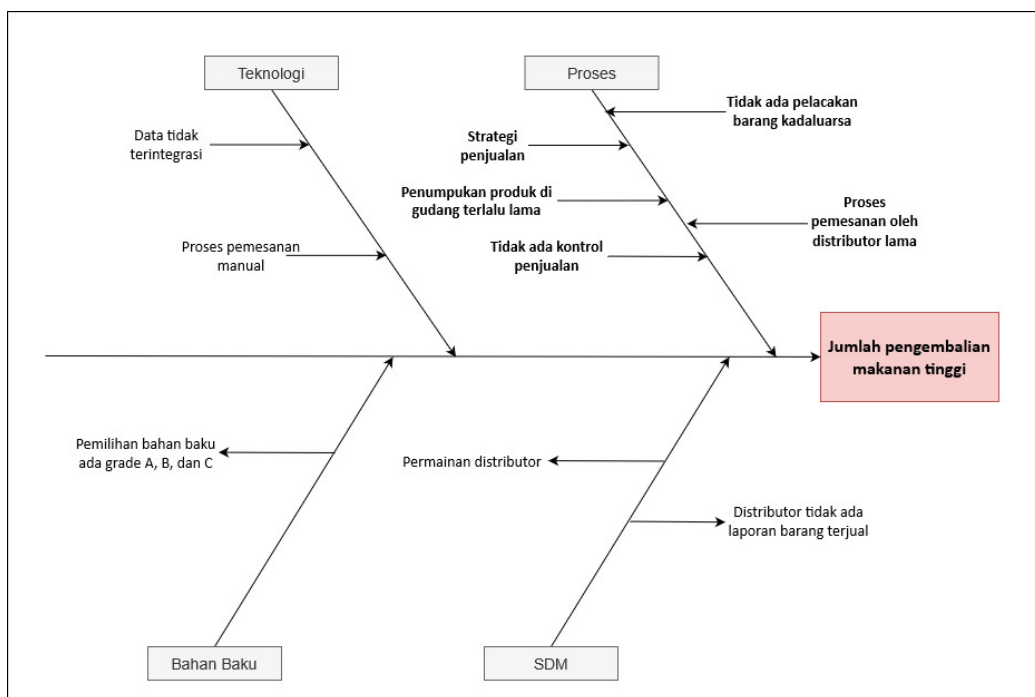
Gambar 4.1 Alur Proses Bisnis Perusahaan

Gambar 4.1 merupakan alur proses bisnis pada sebuah perusahaan makanan ringan yang digambarkan dengan *Business Process Modelling and Notation (BPMN)*. Alur proses bisnis yang digambarkan merupakan alur proses bisnis mulai dari penerimaan pesanan oleh distributor atau *makloon* hingga barang jadi dapat dipasarkan. Pada BPMN terdapat interaksi aktivitas antar *pool* dalam sebuah proses bisnis. Berikut ini adalah penjelasan gambar 4.1:

1. *Pool* distributor atau *makloon* melakukan permintaan terhadap barang atau produk makanan sesuai kebutuhan.

2. *Pool marketing* menerima *order* dan melakukan desain produk (jika diperlukan).
3. *Pool produksi* menerima *order* dari *marketing* untuk kemudian dilakukan produksi.
4. *Pool Quality Control* bertugas melakukan pengecekan kualitas untuk barang jadi dari entitas produksi.
5. Setelah kualitas dilakukan pengecekan, barang jadi disimpan di *pool* gudang.
6. Selanjutnya, barang jadi dikirim dengan *pool* transporter, menuju distributor atau *makloon* sesuai dengan permintaan awal.

Dari penjelasan BPMN gambar 4.1, kemudian peneliti melakukan wawancara terhadap staf ahli yang berkaitan dengan masing-masing *pool*, yaitu staf ahli distributor atau *makloon*, manager *marketing*, manager produksi, manager *quality control*, manager gudang dan manager transportasi. Wawancara berkaitan dengan penyebab yang mengakibatkan tingginya jumlah pengembalian produk pada perusahaan makanan ringan di Kediri. Hasil dari wawancara tersebut mengidentifikasi penyebab-penyebab yang mengakibatkan tingginya jumlah pengembalian produk pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri dengan metode *root cause analysis* (RCA). Hasil dari wawancara tersebut divisualisasikan menggunakan *fishbone diagram* pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Fishbone Diagram

Akar masalah utama pada gambar 4.2 adalah tingginya jumlah pengembalian makanan pada sebuah perusahaan makanan ringan. Sesuai dengan hasil observasi dan wawancara dengan staf ahli terkait, maka didapatkan beberapa masalah utama dalam perusahaan tersebut, yang digambarkan dengan 4 cabang, yaitu teknologi, proses, bahan baku, dan SDM.

Pada masalah SDM yang terkait dengan para pekerja sebuah perusahaan makanan ringan, memiliki 2 faktor penyebab, yaitu distributor tidak ada laporan barang terjual dan permainan dari para distributor. Permainan distributor disebutkan oleh beberapa tim ahli adalah permainan dengan melakukan pemesanan terus menerus yang bertujuan untuk mendapatkan bonus. Kemudian dalam waktu kurang dari 1 bulan, distributor tersebut melakukan pengembalian produk dengan produk yang tidak dapat diidentifikasi pembelian kapan. Terkait dengan permainan distributor ini, diakui oleh staf ahli sudah banyak diketahui oleh para staf ahli dan pimpinan, namun susah untuk diatasi karena masih belum ada sistem pelacakan dan tim khusus yang menanganinya. Faktor penyebab selanjutnya adalah distributor tidak ada laporan barang terjual. Hal ini dikarenakan distributor hanya melakukan pengambilan barang, kemudian untuk pembayaran dilakukan setelah barang terjual di pasar. Jumlah yang terjual di pasar dengan yang terbayarkan seringkali tidak sesuai, sehingga tidak dapat dilakukan pengawasan untuk makanan yang telah kadaluarsa merupakan distribusi tanggal berapa. Faktor-faktor penyebab dari masalah SDM yang ditemukan lebih mengarah ke sistem penjualan perusahaan yang tidak ada catatan penjualan oleh distributor.

Masalah bahan baku dari sebuah perusahaan makanan ringan adalah pada pemilihan bahan baku yang menggunakan grade A, B dan C. Produk dengan bahan dasar grade A menggunakan bahan dasar kualitas tinggi dan dijual dengan harga tinggi, sehingga memengaruhi kualitas makanan dan jangka waktu kadaluarsa yang lebih lama. Produk dengan bahan dasar grade B menggunakan bahan dasar kualitas sedang dan dijual dengan harga sedang, sehingga memengaruhi kualitas makanan dan jangka waktu kadaluarsa yang lebih pendek. Produk dengan bahan dasar grade C menggunakan bahan dasar kualitas rendah dan dijual dengan harga rendah, sehingga memengaruhi kualitas makanan dan jangka waktu kadaluarsa yang sedikit. Hal ini menyebabkan perbedaan harga dan waktu kadaluarsa untuk setiap makanan berbeda, sedangkan distributor lebih mudah menjual dengan harga rendah sesuai dengan permintaan pasar. Produk makanan dengan grade C akan banyak yang melakukan pengembalian karena waktu kadaluarsa yang pendek, sedangkan produk makanan dengan grade A dan B juga akan banyak yang melakukan pengembalian karena distributor lebih banyak menjual produk makanan grade C. Faktor-faktor penyebab dari masalah bahan baku yang ditemukan lebih mengarah ke sistem produksi perusahaan terkait dengan pemilihan bahan baku.

Akar masalah teknologi pada sebuah perusahaan makanan ringan, terkait dengan masalah-masalah yang berhubungan dengan sebuah sistem TI (Teknologi Informasi). Pada masalah teknologi, sebuah perusahaan makanan ringan ini memiliki beberapa faktor penyebab, diantaranya adalah data tidak terintegrasi dan proses pemesanan manual. Proses pemesanan perusahaan tersebut oleh distributor dilakukan secara manual dan data antar entitas dalam perusahaan tidak terintegrasi. Sehingga proses penjualan dilakukan dengan koordinasi manual antar entitas. Hal ini membuat proses pemesanan barang makanan dan penjualan berlangsung cukup lama, dan akan mengurangi waktu kadaluarsa dari

makanan yang akan dijual. Faktor-faktor penyebab dari masalah teknologi yang ditemukan lebih mengarah ke sistem penjualan perusahaan yang masih manual dan tradisional, sehingga data internal tidak dapat terintegrasi secara *real time*.

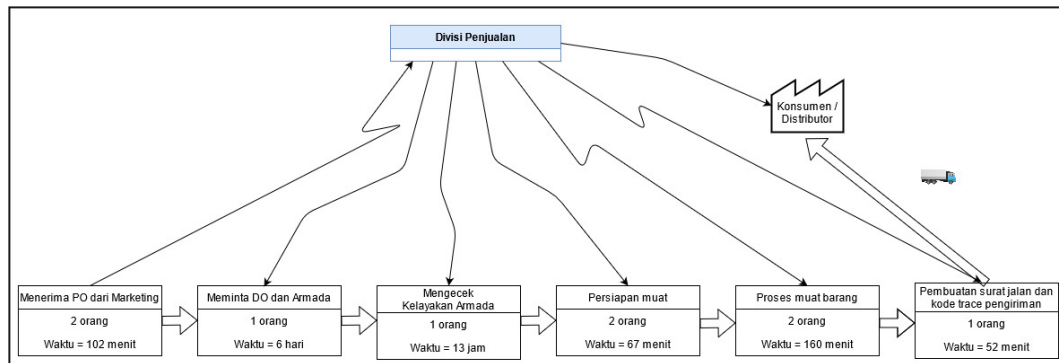
Akar masalah proses pada sebuah perusahaan makanan ringan, terkait dengan masalah-masalah yang berhubungan dengan sebuah sistem manualisasi pada perusahaan tersebut, mulai dari pemesanan, produksi, pengiriman serta penjualan. Pada masalah proses ditemukan beberapa faktor penyebab, yaitu tidak ada pelacakan barang kadaluarsa, proses pemesanan oleh distributor lama, strategi penjualan, penumpukan produk di gudang terlalu lama dan tidak ada kontrol penjualan. Tidak adanya pelacakan barang kadaluarsa merupakan masalah yang terkait dengan proses dan sistem, sehingga untuk kontrol barang mulai dari produksi hingga barang terjual maupun kadaluarsa masih belum tercatat. Proses pemesanan oleh distributor juga dilakukan secara manual, yaitu distributor melakukan pemesanan dengan datang ke kantor, dan entitas marketing melakukan pengecekan ke entitas gudang untuk kemudian dilakukan produksi atau pengiriman. Strategi penjualan perusahaan ini dilakukan dengan menambah distributor baru di setiap titik lokasi baru, sehingga untuk strategi penjualan masih bersifat tradisional. Kontrol pesanan seharusnya dilakukan oleh tim pengawas tersendiri, tetapi pada perusahaan makanan ringan ini tidak ada kontrol pesanan, sehingga muncul masalah baru yaitu barang keluar merupakan tanggung jawab distributor. Produk makanan keluar merupakan tanggung jawab distributor, tetapi tidak ada catatan mengenai produk yang kadaluarsa merupakan produk yang diambil oleh distributor pada waktu kapan. Penumpukan produk di gudang terlalu lama terjadi karena barang yang ada di gudang tidak dilakukan stock opname secara berkala, dan tidak menerapkan *First In First Out* (FIFO), sehingga barang yang terlalu lama di gudang bias saja sudah mendekati waktu kadaluarsa. Faktor-faktor penyebab dari masalah proses yang ditemukan lebih mengarah ke sistem penjualan perusahaan yang masih manual dan tradisional.

Dari Gambar 4.2 dan uraian diatas, menunjukkan bahwa proses bisnis yang memiliki pengaruh paling besar terhadap masalah pengembalian produk yang terjadi pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri adalah proses bisnis penjualan. Hal ini dikarenakan banyaknya faktor penyebab dari proses bisnis penjualan yang telah diidentifikasi dari *fishbone diagram*. Selain itu, berdasarkan hasil wawancara dengan direktur operasional, proses bisnis yang paling berpengaruh terhadap peningkatan jumlah pengembalian produk pada perusahaan tersebut juga proses penjualan. Selanjutnya, proses bisnis penjualan ditentukan dan kemudian diidentifikasi lebih lanjut terkait pemborosan yang terjadi menggunakan *lean thinking* untuk kemudian dirancang ulang.

4.2 Lean Thinking dan Takagi-Sugeno Fuzzy Model

Semua aktivitas yang terkait dengan proses bisnis penjualan terhadap masalah sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri, direpresentasikan menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM). Semua aktivitas didapatkan dari

sumber data asli perusahaan makanan ringan di Kediri. *Mapping* ini menampilkan hasil identifikasi *lead time* dari masing-masing aktivitas tersebut.



Gambar 4.3 Current Value Stream Mapping (VSM)

Gambar 4.3 merepresentasikan semua aktivitas yang terkait dengan proses penjualan terhadap masalah pengembalian produk pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri. *Mapping* ini menampilkan *lead time* dari hasil observasi lapangan dan wawancara dengan manager *marketing* yang terkait dengan aktivitas tersebut. *Lead time* merupakan waktu yang ditempuh sebuah aktivitas mulai dilaksanakan hingga aktivitas selanjutnya dilaksanakan. Waktu tunggu dari masing-masing aktivitas juga termasuk dalam *lead time*. *Lead time* pada gambar 4.3 adalah waktu rata-rata untuk setiap aktivitas.

Pada gambar 4.3 menunjukkan waktu paling panjang adalah pada aktivitas permintaan *Delivery Order* (DO) dan armada pengiriman. Hal ini dikarenakan armada yang digunakan untuk DO merupakan pihak ketiga, sehingga permintaan armada sesuai dengan antrian.

Setelah VSM terbentuk, proses selanjutnya adalah menentukan klasifikasi pemborosan pada masing-masing aktivitas tersebut menggunakan Takagi-Sugeno *fuzzy model*. Variabel yang digunakan untuk perhitungan Takagi-Sugeno *fuzzy model* menggunakan 7 jenis pemborosan menurut Taiichi Ohno (Wilson, 2010), yaitu: *transportation*, *waiting*, *over production*, *defective parts*, *inventory*, *movement*, dan *over processing*. Masing-masing pemborosan akan menjadi variabel untuk menentukan klasifikasi pemborosan dari setiap aktivitas. Klasifikasi dilakukan dengan menggunakan derajat keanggotaan pada Takagi-Sugeno *fuzzy model*.

Tabel 4.1 Tabel Waktu Pemborosan Setiap Aktivitas

Aktivitas	Pemborosan	Waktu (observasi)	Waktu (wawancara)
Menerima PO dari <i>Marketing</i>	<i>Transportation</i>	62 menit	30 menit
	<i>Waiting</i>	47 menit	18 menit
	<i>Over Production</i>	-	-
	<i>Defective Parts</i>	-	-
	<i>Inventory</i>	-	-
	<i>Movement</i>	31 menit	15 menit
	<i>Overprocessing</i>	-	-
Meminta DO dan armada	<i>Transportation</i>	78 jam	48 jam
	<i>Waiting</i>	118 jam	48 jam
	<i>Over Production</i>	-	-
	<i>Defective Parts</i>	-	-
	<i>Inventory</i>	-	-
	<i>Movement</i>	-	-
	<i>Overprocessing</i>	-	-
Mengecek kelayakan armada	<i>Transportation</i>	26 menit	15 menit
	<i>Waiting</i>	7 jam	4 jam
	<i>Over Production</i>	-	-
	<i>Defective Parts</i>	-	-
	<i>Inventory</i>	-	-
	<i>Movement</i>	10 jam	4 jam
	<i>Overprocessing</i>	-	-
Persiapan muat	<i>Transportation</i>	12 menit	5 menit
	<i>Waiting</i>	72 menit	45 menit
	<i>Over Production</i>	-	-
	<i>Defective Parts</i>	-	-
	<i>Inventory</i>	-	-
	<i>Movement</i>	-	-
	<i>Overprocessing</i>	-	-
Proses muat barang	<i>Transportation</i>	17 menit	5 menit
	<i>Waiting</i>	116 menit	45 menit
	<i>Over Production</i>	-	-
	<i>Defective Parts</i>	-	-
	<i>Inventory</i>	-	-
	<i>Movement</i>	92 menit	45 menit
	<i>Overprocessing</i>	-	-
Pembuatan surat jalan dan kode <i>trace</i>	<i>Transportation</i>	42 menit	10 menit
	<i>Waiting</i>	41 menit	10 menit
	<i>Over Production</i>	-	-
	<i>Defective Parts</i>	-	-
	<i>Inventory</i>	-	-
	<i>Movement</i>	-	-
	<i>Overprocessing</i>	-	-

Tabel 4.1 menunjukkan waktu dari masing-masing pemborosan untuk setiap aktivitas dalam proses penjualan. Waktu didapatkan dari wawancara dengan

manager *marketing* dan waktu rata-rata setiap aktivitas berdasarkan observasi penulis di sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri. Observasi dilakukan mulai 1 April 2020 sampai dengan 18 April 2020. Waktu yang dihasilkan tersebut kemudian akan dihitung menggunakan Takagi-Sugeno *fuzzy model* untuk mendapatkan klasifikasi pemborosan tinggi, sedang dan rendah pada setiap aktivitas.

Perhitungan Takagi-Sugeno *fuzzy model* diawali dengan tahap *fuzzifikasi*, yaitu menentukan derajat keanggotaan dari suatu masukan dalam himpunan *fuzzy*. Masukan yang digunakan adalah waktu yang didapatkan dari wawancara dan waktu yang didapatkan dari observasi peneliti. Kedua variabel tersebut didefinisikan dengan tiga himpunan kabur, yang merupakan klasifikasi dari masing-masing pemborosan, yaitu: rendah, sedang dan tinggi. Setiap himpunan kabur memiliki interval keanggotaan yang didapatkan dari wawancara dengan manager *marketing* pada masing-masing aktivitas.

Tabel 4.2 Tabel Aturan Fuzzy

Wawancara	Observasi			
		Rendah	Sedang	Tinggi
	Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi
	Sedang	Sedang	Sedang	Tinggi
	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi

Pada Tabel 4.2 menunjukkan tabel aturan *fuzzy* yang ditentukan melalui wawancara dan kesepakatan dengan manager marketing pada perusahaan makanan di Kediri. Setiap parameter menggunakan 3 klasifikasi, sehingga menggunakan aturan *fuzzy* seperti tabel diatas. Pada penelitian ini menggunakan model Takagi-Sugeno *fuzzy model* Orde-Nol.

Tabel 4.3 Tabel Indeks Variabel Klasifikasi Pemborosan

Variabel k	Index k
Rendah	0,3
Sedang	0,6
Tinggi	0,9

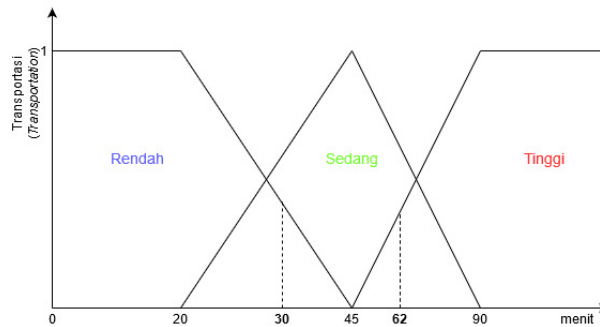
Pada Tabel 4.3 menunjukkan tabel indeks variabel klasifikasi pemborosan. Index *k* ini digunakan untuk menghitung nilai *z*, tergantung variabel yang telah ditentukan pada Tabel 4.2. Angka index *k* ini ditentukan dari hasil wawancara dan kesepakatan dengan manager marketing perusahaan makanan ringan di Kediri.

4.2.1 Pemborosan *Transportation* pada Aktivitas Menerima PO dari *Marketing*

Pemborosan *transportation* pada aktivitas menerima PO dari *marketing* merupakan proses yang terjadi saat *marketing* mengirimkan PO ke tim admin gudang pada sebuah perusahaan makanan ringan. Saat proses ini, terjadi

beberapa pemborosan yang terkait dengan *transportation* data PO, dimana waktu proses penerimaan data dari tim *marketing* ke tim admin yang cukup lama.

Pemborosan dari proses Takagi-Sugeno *fuzzy model* adalah pembentukan *fuzzy rule*. Pada tahap ini, nilai keanggotaan himpunan untuk waktu pemborosan *transportation* berdasarkan wawancara dan observasi ditentukan menggunakan fungsi keanggotaan sesuai data dan divisualisasikan pada Gambar 4.4. Pembentukan aturan *fuzzy* didefinisikan dengan melakukan identifikasi data terhadap fungsi keanggotaan yang telah ditentukan.



Gambar 4.4 Fungsi keanggotaan *Transportation* - Menerima PO dari *Marketing*

Setelah aturan *fuzzy* ditetapkan, kemudian adalah menghitung nilai keanggotaan untuk setiap variabel. Variabel *transportation* dari aktivitas PO dari *marketing* menurut hasil wawancara adalah sebesar 30 menit. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan rendah dan sedang sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Rendah}}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq 20 \\ \frac{45-x}{45-20} & ; \quad 20 \leq x \leq 45 \\ 0 & ; \quad x \geq 45 \end{cases} \quad \mu_{\text{Rendah}}(x) = \frac{45-30}{45-20} = \frac{15}{25} = 0,6$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{x-20}{45-20} & ; \quad 20 \leq x \leq 45 \\ \frac{90-x}{90-45} & ; \quad 45 \leq x \leq 90 \\ 0 & ; \quad x \geq 90 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{30-20}{45-20} = \frac{10}{25} = 0,4$$

Variabel *transportation* dari aktivitas PO dari *marketing* menurut perhitungan rata-rata dari hasil observasi peneliti adalah sebesar 62 menit. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan sedang dan tinggi sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{x-20}{45-20} & ; \quad 20 \leq x \leq 45 \\ \frac{90-x}{90-45} & ; \quad 45 \leq x \leq 90 \\ 0 & ; \quad x \geq 90 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{90-62}{90-45} = \frac{28}{45} = 0,6$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \geq 90 \\ \frac{x-45}{90-45} & ; \quad 45 \leq x \leq 90 \\ 0 & ; \quad x \leq 45 \end{cases} \quad \mu_{\text{Tinggi}}(x) = \frac{62-45}{90-45} = \frac{17}{45} = 0,4$$

Fungsi implikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi MIN (*minimum*), yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang *minimum* dari variabel masukan sebagai keluarannya. Berdasarkan tabel 4.2 mengenai aturan fuzzy, maka diperoleh α – *predikat* sebagai berikut:

JIKA waktu pemborosan *transportation* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *transportation* berdasarkan observasi **SEDANG** maka waktu pemborosan *transportation* = **SEDANG**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat1}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[30] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[62]) \\ &= \min(0,6; 0,6) \\ &= 0,6\end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *transportation* berdasarkan wawancara **SEDANG** dan waktu pemborosan *transportation* berdasarkan observasi **SEDANG** maka waktu pemborosan *transportation* = **SEDANG**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat2}} &= \mu_{\text{wawancara-sedang}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-sedang}}[30] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[62]) \\ &= \min(0,4; 0,6) \\ &= 0,4\end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *transportation* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *transportation* berdasarkan observasi **TINGGI** maka waktu pemborosan *transportation* = **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat3}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[30] \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}}[62]) \\ &= \min(0,6; 0,4) \\ &= 0,4\end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *transportation* berdasarkan wawancara **SEDANG** dan waktu pemborosan *transportation* berdasarkan observasi **TINGGI** maka waktu pemborosan *transportation* = **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat4}} &= \mu_{\text{wawancara-sedang}} \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-sedang}}[30] \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}}[62]) \\ &= \min(0,4; 0,4) \\ &= 0,4\end{aligned}$$

Proses terakhir dari perhitungan Takagi-Sugeno fuzzy model adalah defuzzifikasi. Pada tahap defuzzifikasi memilih nilai tertinggi dari $\alpha_{\text{-predikat}}$ yang telah dihitung sebelumnya menggunakan metode Max. Pada pemborosan *transportation* dalam aktivitas menerima PO memiliki indeks tertinggi 0,6 dengan klasifikasi sedang. Indeks keputusan akhir (Z) dari proses defuzzifikasi adalah sebagai berikut:

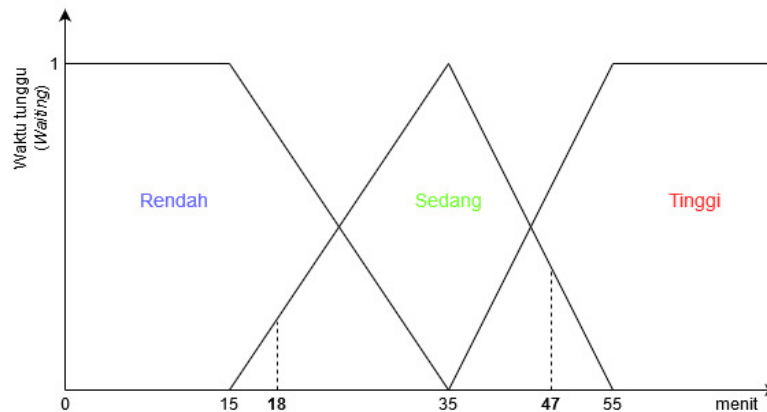
$$\begin{aligned}
Z &= \frac{(\alpha_{\text{predikat1}} \times k1) + (\alpha_{\text{predikat2}} \times k2) + (\alpha_{\text{predikat3}} \times k3) + (\alpha_{\text{predikat4}} \times k4)}{\alpha_{\text{predikat1}} + \alpha_{\text{predikat2}} + \alpha_{\text{predikat3}} + \alpha_{\text{predikat4}}} \\
&= \frac{(0,6 \times 0,6) + (0,4 \times 0,6) + (0,4 \times 0,9) + (0,4 \times 0,9)}{(0,6 + 0,4 + 0,4 + 0,4)} \\
&= \frac{0,36 + 0,24 + 0,36 + 0,36}{1,8} = \frac{1,32}{1,8} = 0,73
\end{aligned}$$

Nilai pemborosan *transportation* pada aktivitas menerima PO dari *marketing* mendapatkan hasil 0,73 dengan klasifikasi sedang.

4.2.2 Pemborosan *Waiting* pada Aktivitas Menerima PO dari *Marketing*

Pemborosan *waiting* pada aktivitas menerima PO dari *marketing* merupakan proses yang terjadi saat admin menunggu info stok barang dari tim admin gudang pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri. Saat proses ini, terjadi beberapa pemborosan yang terkait dengan *waiting* barang PO, dimana waktu tunggu ketersediaan barang PO yang diajukan oleh tim admin kepada tim admin gudang yang cukup lama.

Nilai keanggotaan himpunan untuk waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara dan observasi ditentukan menggunakan fungsi keanggotaan sesuai data dan divisualisasikan pada Gambar 4.5. Pembentukan aturan *fuzzy* didefinisikan dengan melakukan identifikasi data terhadap fungsi keanggotaan yang telah ditentukan.



Gambar 4.5 Fungsi keanggotaan *Waiting* - Menerima PO dari *Marketing*

Setelah aturan *fuzzy* ditetapkan, kemudian adalah menghitung nilai keanggotaan untuk setiap variabel. Variabel *waiting* dari aktivitas PO dari *marketing* menurut hasil wawancara adalah sebesar 18 menit. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan rendah dan sedang sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\mu_{\text{Rendah}}(x) &= \begin{cases} 1; & x \leq 15 \\ \frac{35-x}{20}; & 15 \leq x \leq 35 \\ 0; & x \geq 35 \end{cases} & \mu_{\text{Rendah}}(x) = \frac{35-18}{35-15} = \frac{17}{20} = 0,85 \\
\mu_{\text{Sedang}}(x) &= \begin{cases} \frac{x-15}{20}; & 15 \leq x \leq 35 \\ \frac{55-x}{20}; & 35 \leq x \leq 55 \\ 0; & x \geq 55 \end{cases} & \mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{18-15}{35-15} = \frac{3}{20} = 0,15
\end{aligned}$$

Variabel *waiting* dari aktivitas PO dari *marketing* menurut perhitungan rata-rata dari hasil observasi peneliti adalah sebesar 47 menit. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan sedang dan tinggi sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{x-15}{20}; & 15 \leq x \leq 35 \\ \frac{55-x}{20}; & 35 \leq x \leq 55 \\ 0; & x \geq 55 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{55-47}{55-15} = \frac{8}{20} = 0,4$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 35 \\ \frac{x-35}{20}; & 35 \leq x \leq 55 \\ 0; & x \geq 55 \end{cases} \quad \mu_{\text{Tinggi}}(x) = \frac{47-35}{55-15} = \frac{12}{20} = 0,6$$

Fungsi implikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi MIN (*minimum*), yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang *minimum* dari variabel masukan sebagai keluarannya. Berdasarkan tabel 4.2 mengenai aturan fuzzy, maka diperoleh α – predikat sebagai berikut:

JIKA waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *waiting* berdasarkan observasi **SEDANG** maka waktu pemborosan *waiting* = **SEDANG**

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{-predikat1}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[18] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[47]) \\ &= \min(0,85; 0,4) \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara **SEDANG** dan waktu pemborosan *waiting* berdasarkan observasi **SEDANG** maka waktu pemborosan *waiting* = **SEDANG**

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{-predikat2}} &= \mu_{\text{wawancara-sedang}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-sedang}}[18] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[47]) \\ &= \min(0,15; 0,4) \\ &= 0,15 \end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *waiting* berdasarkan observasi **TINGGI** maka waktu pemborosan *waiting* = **TINGGI**

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{-predikat3}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[18] \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}}[47]) \\ &= \min(0,85; 0,6) \\ &= 0,6 \end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara **SEDANG** dan waktu pemborosan *waiting* berdasarkan observasi **TINGGI** maka waktu pemborosan *waiting* = **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat4}} &= \mu_{\text{wawancara-sedang}} \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-sedang}}[18] \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}}[47]) \\ &= \min(0,15; 0,6) \\ &= 0,15\end{aligned}$$

Proses terakhir dari perhitungan Takagi-Sugeno *fuzzy model* adalah *defuzzifikasi*. Pada tahap *defuzzifikasi* memilih nilai tertinggi dari $\alpha_{\text{-predikat}}$ yang telah dihitung sebelumnya menggunakan metode Max. Pada pemborosan *waiting* dalam aktivitas menerima PO dari marketing memiliki indeks tertinggi 0,6 dengan klasifikasi tinggi. Indeks keputusan akhir (Z) dari proses *defuzzifikasi* adalah sebagai berikut:

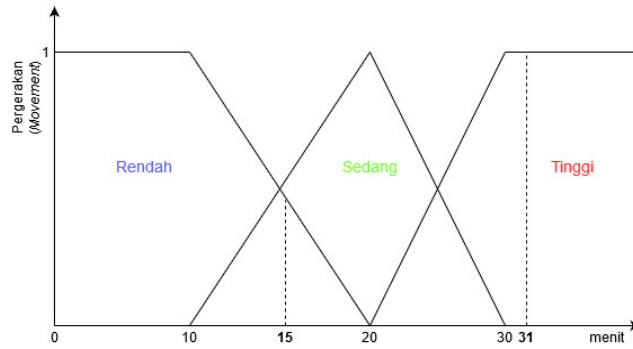
$$\begin{aligned}Z &= \frac{(\alpha_{\text{-predikat1}} \times k1) + (\alpha_{\text{-predikat2}} \times k2) + (\alpha_{\text{-predikat3}} \times k3) + (\alpha_{\text{-predikat4}} \times k4)}{\alpha_{\text{-predikat1}} + \alpha_{\text{-predikat2}} + \alpha_{\text{-predikat3}} + \alpha_{\text{-predikat4}}} \\ &= \frac{(0,4 \times 0,6) + (0,15 \times 0,6) + (0,6 \times 0,9) + (0,15 \times 0,9)}{(0,4 + 0,15 + 0,6 + 0,15)} \\ &= \frac{0,24 + 0,09 + 0,54 + 0,135}{1,3} = \frac{1,005}{1,3} = 0,77\end{aligned}$$

Nilai pemborosan *waiting* pada aktivitas menerima PO dari *marketing* mendapatkan hasil 0,77 dengan klasifikasi tinggi.

4.2.3 Pemborosan *Movement* pada Aktivitas Menerima PO dari *Marketing*

Pemborosan *movement* pada aktivitas menerima PO dari *marketing* merupakan proses yang terjadi saat tim admin mengirimkan *approval* barang PO ke tim *marketing* pada sebuah perusahaan makanan ringan. Saat proses ini, terjadi beberapa pemborosan yang terkait dengan *movement* data PO, dimana waktu proses penerimaan data oleh tim *marketing* dari tim admin yang cukup lama.

Nilai keanggotaan himpunan untuk waktu pemborosan *movement* berdasarkan wawancara dan observasi ditentukan menggunakan fungsi keanggotaan sesuai data dan divisualisasikan pada Gambar 4.6. Pembentukan aturan *fuzzy* didefinisikan dengan melakukan identifikasi data terhadap fungsi keanggotaan yang telah ditentukan.



Gambar 4.6 Fungsi Keanggotaan *Movement* - Menerima PO dari *Marketing*

Setelah aturan *fuzzy* ditetapkan, kemudian adalah menghitung nilai keanggotaan untuk setiap variabel. Variabel *movement* dari aktivitas PO dari *marketing* menurut hasil wawancara adalah sebesar 15 menit. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan rendah dan sedang sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Rendah}}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq 10 \\ \frac{20-x}{20-10} & ; \quad 10 \leq x \leq 20 \\ 0 & ; \quad x \geq 20 \end{cases} \quad \mu_{\text{Rendah}}(x) = \frac{20-15}{20-10} = \frac{5}{10} = 0,5$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{x-10}{20-10} & ; \quad 10 \leq x \leq 20 \\ \frac{30-x}{30-20} & ; \quad 20 \leq x \leq 30 \\ 0 & ; \quad x \geq 30 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{15-10}{20-10} = \frac{5}{10} = 0,5$$

Variabel *movement* dari aktivitas PO dari *marketing* menurut perhitungan rata-rata dari hasil observasi peneliti adalah sebesar 31 menit. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan sedang dan tinggi sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{x-10}{20-10} & ; \quad 10 \leq x \leq 20 \\ \frac{30-x}{30-20} & ; \quad 20 \leq x \leq 30 \\ 0 & ; \quad x \geq 30 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sedang}}(x) = 0$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \geq 30 \\ \frac{x-20}{30-20} & ; \quad 20 \leq x \leq 30 \\ 0 & ; \quad x \leq 20 \end{cases} \quad \mu_{\text{Tinggi}}(x) = 1$$

Fungsi implikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi MIN (*minimum*), yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang *minimum* dari variabel masukan sebagai keluarannya. Berdasarkan tabel 4.2 mengenai aturan *fuzzy*, maka diperoleh α – *predikat* sebagai berikut:

JIKA waktu pemborosan *movement* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *movement* berdasarkan observasi **SEDANG** maka waktu pemborosan *movement* = **SEDANG**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat1}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[15] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[31]) \\ &= \min(0,5; 0) \\ &= 0\end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *movement* berdasarkan wawancara **SEDANG** dan waktu pemborosan *movement* berdasarkan observasi **SEDANG** maka waktu pemborosan *movement* = **SEDANG**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat2}} &= \mu_{\text{wawancara-sedang}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-sedang}}[15] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[31]) \\ &= \min(0,5; 0) \\ &= 0\end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *movement* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *movement* berdasarkan observasi **TINGGI** maka waktu pemborosan *movement* = **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat3}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[15] \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}}[30]) \\ &= \min(0,5; 1) \\ &= 0,5\end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *movement* berdasarkan wawancara **SEDANG** dan waktu pemborosan *movement* berdasarkan observasi **TINGGI** maka waktu pemborosan *movement* = **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat4}} &= \mu_{\text{wawancara-sedang}} \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-sedang}}[15] \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}}[31]) \\ &= \min(0,5; 1) \\ &= 0,5\end{aligned}$$

Proses terakhir dari perhitungan Takagi-Sugeno *fuzzy model* adalah *defuzzifikasi*. Pada tahap *defuzzifikasi* memilih nilai tertinggi dari $\alpha_{\text{-predikat}}$ yang telah dihitung sebelumnya menggunakan metode Max. Pada pemborosan *movement* dalam aktivitas menerima PO dari *marketing* memiliki indeks tertinggi 0,5 dengan klasifikasi tinggi. Indeks keputusan akhir (Z) dari proses *defuzzifikasi* adalah sebagai berikut:

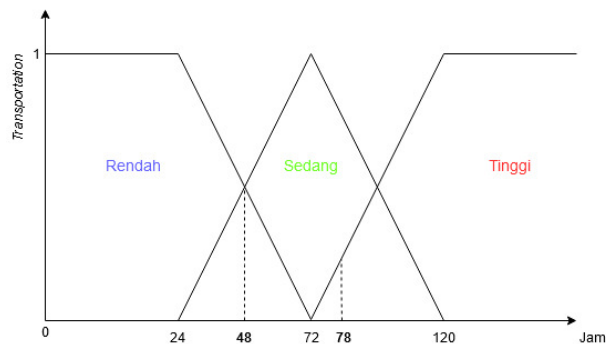
$$\begin{aligned}Z &= \frac{(\alpha_{\text{-predikat1}} \times k1) + (\alpha_{\text{-predikat2}} \times k2) + (\alpha_{\text{-predikat3}} \times k3) + (\alpha_{\text{-predikat4}} \times k4)}{\alpha_{\text{-predikat1}} + \alpha_{\text{-predikat2}} + \alpha_{\text{-predikat3}} + \alpha_{\text{-predikat4}}} \\ &= \frac{(0 \times 0,6) + (0 \times 0,6) + (0,5 \times 0,9) + (0,5 \times 0,9)}{(0 + 0 + 0,5 + 0,5)} \\ &= \frac{0 + 0 + 0,45 + 0,45}{1} = \frac{0,9}{1} = 0,9\end{aligned}$$

Nilai pemborosan *movement* pada aktivitas menerima PO dari *marketing* mendapatkan hasil 0,9 dengan klasifikasi tinggi.

4.2.4 Pemborosan *Transportation* pada Aktivitas Meminta DO dan Armada

Pemborosan *transportation* pada aktivitas meminta DO dan armada merupakan proses yang terjadi saat tim admin meminta DO dan armada kepada tim pengiriman pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri. Saat proses ini, terjadi beberapa pemborosan yang terkait dengan *transportation* DO dan armada, dimana waktu proses permintaan DO dan armada yang cukup lama.

Nilai keanggotaan himpunan untuk waktu pemborosan *transportation* berdasarkan wawancara dan observasi ditentukan menggunakan fungsi keanggotaan sesuai data dan divisualisasikan pada Gambar 4.7. Pembentukan aturan *fuzzy* didefinisikan dengan melakukan identifikasi data terhadap fungsi keanggotaan yang telah ditentukan.



Gambar 4.7 Fungsi Keanggotaan *Transportation* – Meminta DO dan Armada

Setelah aturan *fuzzy* ditetapkan, kemudian adalah menghitung nilai keanggotaan untuk setiap variabel. Variabel *transportation* dari aktivitas meminta DO dan armada menurut hasil wawancara adalah sebesar 48 jam. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan rendah dan sedang sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Rendah}}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 24 \\ \frac{72-x}{72-24} & ; 24 \leq x \leq 72 \\ 0 & ; x \geq 72 \end{cases} \quad \mu_{\text{Rendah}}(x) = \frac{72-48}{72-24} = \frac{24}{48} = 0,5$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{x-24}{72-24} & ; 24 \leq x \leq 72 \\ \frac{120-x}{120-72} & ; 72 \leq x \leq 120 \\ 0 & ; x \geq 120 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{48-24}{72-24} = \frac{24}{48} = 0,5$$

Variabel *transportation* dari aktivitas meminta DO dan armada menurut perhitungan rata-rata dari hasil observasi peneliti adalah sebesar 78 jam. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan sedang dan tinggi sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{x-24}{72-24}; & 24 \leq x \leq 72 \\ \frac{120-x}{120-72}; & 72 \leq x \leq 120 \\ 0 & x \geq 72 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{120-78}{120-72} = \frac{42}{48} = 0,9$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}(x) = \begin{cases} 1 & x \geq 120 \\ \frac{x-72}{120-72}; & 72 \leq x \leq 120 \\ 0 & x \leq 72 \end{cases} \quad \mu_{\text{Tinggi}}(x) = \frac{78-72}{120-72} = \frac{6}{48} = 0,125$$

Fungsi implikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi MIN (*minimum*), yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang *minimum* dari variabel masukan sebagai keluarannya. Berdasarkan tabel 4.2 mengenai aturan fuzzy, maka diperoleh α – predikat sebagai berikut:

JIKA waktu pemborosan *transportation* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *transportation* berdasarkan observasi **SEDANG** maka waktu pemborosan *transportation* = **SEDANG**

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{predikat1}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[48] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[78]) \\ &= \min(0,5; 0,9) \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *transportation* berdasarkan wawancara **SEDANG** dan waktu pemborosan *transportation* berdasarkan observasi **SEDANG** maka waktu pemborosan *transportation* = **SEDANG**

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{predikat2}} &= \mu_{\text{wawancara-sedang}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-sedang}}[48] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[78]) \\ &= \min(0,5; 0,9) \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *transportation* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *transportation* berdasarkan observasi **TINGGI** maka waktu pemborosan *transportation* = **TINGGI**

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{predikat3}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[48] \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}}[78]) \\ &= \min(0,5; 0,125) \\ &= 0,125 \end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *transportation* berdasarkan wawancara **SEDANG** dan waktu pemborosan *transportation* berdasarkan observasi **TINGGI** maka waktu pemborosan *transportation* = **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{predikat4}} &= \mu_{\text{wawancara-sedang}} \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-sedang}}[48] \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}}[78]) \\ &= \min(0,5; 0,125) \\ &= 0,125\end{aligned}$$

Proses terakhir dari perhitungan Takagi-Sugeno *fuzzy model* adalah *defuzzifikasi*. Pada tahap *defuzzifikasi* memilih nilai tertinggi dari α_{predikat} yang telah dihitung sebelumnya menggunakan metode Max. Pada pemborosan *transportation* dari aktivitas meminta DO dan armada memiliki indeks tertinggi 0,5 dengan klasifikasi sedang. Indeks keputusan akhir (Z) dari proses *defuzzifikasi* adalah sebagai berikut:

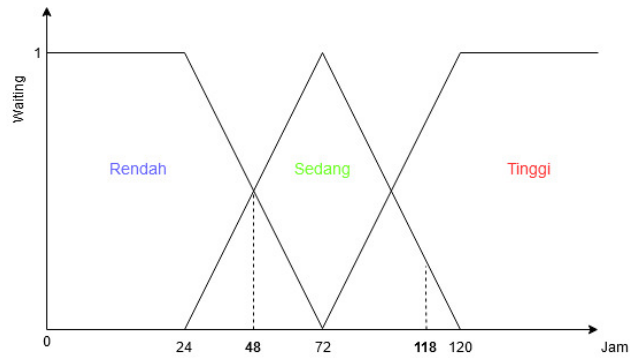
$$\begin{aligned}Z &= \frac{(\alpha_{\text{predikat1}} \times k1) + (\alpha_{\text{predikat2}} \times k2) + (\alpha_{\text{predikat3}} \times k3) + (\alpha_{\text{predikat4}} \times k4)}{\alpha_{\text{predikat1}} + \alpha_{\text{predikat2}} + \alpha_{\text{predikat3}} + \alpha_{\text{predikat4}}} \\ &= \frac{(0,5 \times 0,6) + (0,5 \times 0,6) + (0,125 \times 0,9) + (0,125 \times 0,9)}{(0,5 + 0,5 + 0,125 + 0,125)} \\ &= \frac{0,3 + 0,3 + 0,1125 + 0,1125}{1,25} = \frac{1,125}{1,52} = 0,66\end{aligned}$$

Nilai pemborosan *transportation* dari aktivitas meminta DO dan armada mendapatkan hasil 0,66 dengan klasifikasi sedang.

4.2.5 Pemborosan *Waiting* pada Aktivitas Meminta DO dan Armada

Pemborosan *waiting* pada aktivitas meminta DO dan armada merupakan proses yang terjadi saat tim admin menunggu *approval* DO dan armada dari tim pengiriman pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri. Saat proses ini, terjadi beberapa pemborosan yang terkait dengan *waiting* DO dan armada, dimana waktu menunggu tim admin untuk proses DO dan armada yang cukup lama.

Nilai keanggotaan himpunan untuk waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara dan observasi ditentukan menggunakan fungsi keanggotaan sesuai data dan divisualisasikan pada Gambar 4.8. Pembentukan aturan *fuzzy* didefinisikan dengan melakukan identifikasi data terhadap fungsi keanggotaan yang telah ditentukan.



Gambar 4.8 Fungsi keanggotaan *Waiting* – Meminta DO dan Armada

Setelah aturan *fuzzy* ditetapkan, kemudian adalah menghitung nilai keanggotaan untuk setiap variabel. Variabel *waiting* dari aktivitas meminta DO dan armada menurut hasil wawancara adalah sebesar 48 jam. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan rendah dan sedang sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Rendah}}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq 24 \\ \frac{72-x}{72-24} & ; \quad 24 \leq x \leq 72 \\ 0 & ; \quad x \geq 72 \end{cases} \quad \mu_{\text{Rendah}}(x) = \frac{72-48}{72-24} = \frac{24}{48} = 0,5$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{x-24}{72-24} & ; \quad 24 \leq x \leq 72 \\ \frac{120-x}{120-72} & ; \quad 72 \leq x \leq 120 \\ 0 & ; \quad x \geq 120 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{48-24}{72-24} = \frac{24}{48} = 0,5$$

Variabel *waiting* dari aktivitas PO dari *marketing* menurut perhitungan rata-rata dari hasil observasi peneliti adalah sebesar 118 menit. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan sedang dan tinggi sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{x-24}{72-24} & ; \quad 24 \leq x \leq 72 \\ \frac{120-x}{120-72} & ; \quad 72 \leq x \leq 120 \\ 0 & ; \quad x \geq 120 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{120-118}{120-72} = \frac{2}{48} = 0,042$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \geq 120 \\ \frac{x-72}{120-72} & ; \quad 72 \leq x \leq 120 \\ 0 & ; \quad x \leq 72 \end{cases} \quad \mu_{\text{Tinggi}}(x) = \frac{118-72}{120-72} = \frac{46}{48} = 0,96$$

Fungsi implikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi MIN (*minimum*), yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang *minimum* dari variabel masukan sebagai keluarannya. Berdasarkan tabel 4.2 mengenai aturan *fuzzy*, maka diperoleh α – *predikat* sebagai berikut:

JIKA waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *waiting* berdasarkan observasi **SEDANG** maka waktu pemborosan *waiting* = **SEDANG**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat1}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[48] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[118]) \\ &= \min(0,5; 0,042) \\ &= 0,042\end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara **SEDANG** dan waktu pemborosan *waiting* berdasarkan observasi **SEDANG** maka waktu pemborosan *waiting* = **SEDANG**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat2}} &= \mu_{\text{wawancara-sedang}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-sedang}}[48] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[118]) \\ &= \min(0,5; 0,042) \\ &= 0,042\end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *waiting* berdasarkan observasi **TINGGI** maka waktu pemborosan *waiting* = **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat3}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[48] \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}}[118]) \\ &= \min(0,5; 0,96) \\ &= 0,5\end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara **SEDANG** dan waktu pemborosan *waiting* berdasarkan observasi **TINGGI** maka waktu pemborosan *waiting* = **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat4}} &= \mu_{\text{wawancara-sedang}} \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-sedang}}[48] \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}}[118]) \\ &= \min(0,5; 0,96) \\ &= 0,5\end{aligned}$$

Proses terakhir dari perhitungan Takagi-Sugeno *fuzzy model* adalah *defuzzifikasi*. Pada tahap *defuzzifikasi* memilih nilai tertinggi dari $\alpha_{\text{-predikat}}$ yang telah dihitung sebelumnya menggunakan metode Max. Pada pemborosan *waiting* dalam aktivitas meminta DO dan armada memiliki indeks tertinggi 0,5 dengan klasifikasi tinggi. Indeks keputusan akhir (Z) dari proses *defuzzifikasi* adalah sebagai berikut:

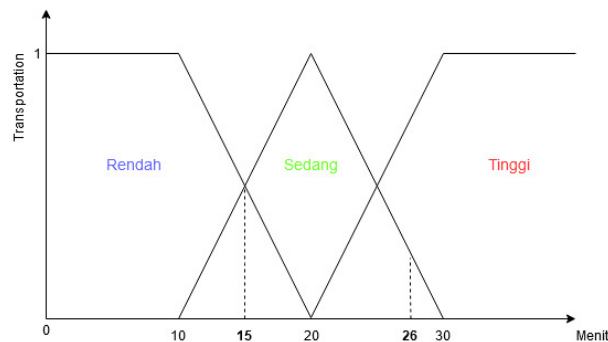
$$\begin{aligned}Z &= \frac{(\alpha_{\text{-predikat1}} \times k1) + (\alpha_{\text{-predikat2}} \times k2) + (\alpha_{\text{-predikat3}} \times k3) + (\alpha_{\text{-predikat4}} \times k4)}{\alpha_{\text{-predikat1}} + \alpha_{\text{-predikat2}} + \alpha_{\text{-predikat3}} + \alpha_{\text{-predikat4}}} \\ &= \frac{(0,042 \times 0,6) + (0,042 \times 0,6) + (0,5 \times 0,9) + (0,5 \times 0,9)}{(0,042 + 0,042 + 0,5 + 0,5)} \\ &= \frac{0,0252 + 0,45 + 0,0252 + 0,45}{1,084} = \frac{0,9504}{1,084} = 0,88\end{aligned}$$

Nilai pemborosan *waiting* pada aktivitas menerima PO dari *marketing* mendapatkan hasil 0,88 dengan klasifikasi tinggi.

4.2.6 Pemborosan *Transportation* pada Aktivitas Mengecek Kelayakan Armada

Pemborosan *transportation* pada aktivitas mengecek kelayakan armada merupakan proses yang terjadi saat tim pengiriman memberikan informasi kepada tim teknisi transportasi untuk melakukan pengecekan kelayakan armada pada sebuah perusahaan makanan ringan. Saat proses ini, terjadi beberapa pemborosan yang terkait dengan *transportation* pengecekan kelayakan armada, dimana waktu menunggu tim teknisi transportasi untuk informasi armada yang digunakan untuk pengiriman yang cukup lama.

Pemborosan dari proses Takagi-Sugeno *fuzzy model* adalah pembentukan *fuzzy rule*. Pada tahap ini, nilai keanggotaan himpunan untuk waktu pemborosan *transportation* berdasarkan wawancara dan observasi ditentukan menggunakan fungsi keanggotaan sesuai data dan divisualisasikan pada Gambar 4.9. Pembentukan aturan *fuzzy* didefinisikan dengan melakukan identifikasi data terhadap fungsi keanggotaan yang telah ditentukan.



Gambar 4.9 Fungsi Keanggotaan *Transportation* – Mengecek Kelayakan Armada

Setelah aturan *fuzzy* ditetapkan, kemudian adalah menghitung nilai keanggotaan untuk setiap variabel. Variabel *transportation* dari aktivitas mengecek kelayakan armada menurut hasil wawancara adalah sebesar 15 menit. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan rendah dan sedang sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Rendah}}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq 10 \\ \frac{20-x}{20-10} & ; \quad 10 \leq x \leq 20 \\ 0 & ; \quad x \geq 20 \end{cases} \quad \mu_{\text{Rendah}}(x) = \frac{20-15}{20-10} = \frac{5}{10} = 0,5$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{x-10}{20-10} & ; \quad 10 \leq x \leq 20 \\ \frac{30-x}{30-20} & ; \quad 20 \leq x \leq 30 \\ 0 & ; \quad x \geq 30 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{15-10}{20-10} = \frac{5}{10} = 0,5$$

Variabel *transportation* dari aktivitas mengecek kelayakan armada menurut perhitungan rata-rata dari hasil observasi peneliti adalah sebesar 26 menit. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan sedang dan tinggi sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{x-10}{20-10}; & 10 \leq x \leq 20 \\ \frac{30-x}{30-20}; & 20 \leq x \leq 30 \\ 0; & x \geq 30 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{30-26}{30-20} = \frac{4}{10} = 0,4$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}(x) = \begin{cases} 1; & x \geq 30 \\ \frac{x-45}{90-45}; & 20 \leq x \leq 30 \\ 0; & x \leq 20 \end{cases} \quad \mu_{\text{Tinggi}}(x) = \frac{26-20}{30-20} = \frac{6}{10} = 0,6$$

Fungsi implikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi MIN (*minimum*), yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang *minimum* dari variabel masukan sebagai keluarannya. Berdasarkan tabel 4.2 mengenai aturan fuzzy, maka diperoleh α – predikat sebagai berikut:

JIKA waktu pemborosan *transportation* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *transportation* berdasarkan observasi **SEDANG** maka waktu pemborosan *transportation* = **SEDANG**

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{-predikat1}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[15] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[26]) \\ &= \min(0,5; 0,4) \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *transportation* berdasarkan wawancara **SEDANG** dan waktu pemborosan *transportation* berdasarkan observasi **SEDANG** maka waktu pemborosan *transportation* = **SEDANG**

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{-predikat2}} &= \mu_{\text{wawancara-sedang}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-sedang}}[15] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[26]) \\ &= \min(0,5; 0,4) \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *transportation* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *transportation* berdasarkan observasi **TINGGI** maka waktu pemborosan *transportation* = **TINGGI**

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{-predikat3}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[15] \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}}[26]) \\ &= \min(0,5; 0,6) \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *transportation* berdasarkan wawancara **SEDANG** dan waktu pemborosan *transportation* berdasarkan observasi **TINGGI** maka waktu pemborosan *transportation* = **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat4}} &= \mu_{\text{wawancara-sedang}} \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-sedang}}[15] \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}}[26]) \\ &= \min(0,5; 0,6) \\ &= 0,5\end{aligned}$$

Proses terakhir dari perhitungan Takagi-Sugeno *fuzzy model* adalah *defuzzifikasi*. Pada tahap *defuzzifikasi* memilih nilai tertinggi dari $\alpha_{\text{-predikat}}$ yang telah dihitung sebelumnya menggunakan metode Max. Pada pemborosan *transportation* dalam aktivitas mengecek kelayakan armada memiliki indeks tertinggi 0,5 dengan klasifikasi tinggi. Indeks keputusan akhir (Z) dari proses *defuzzifikasi* adalah sebagai berikut:

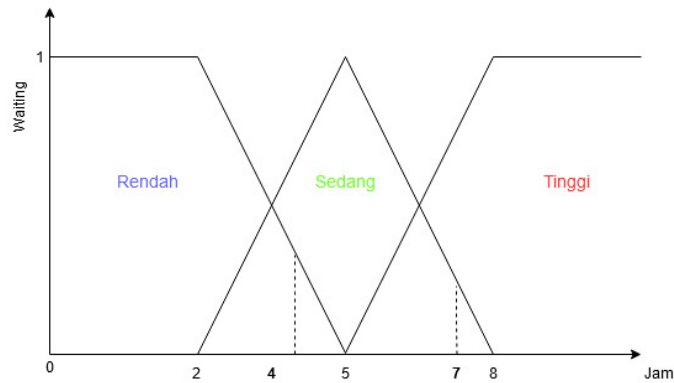
$$\begin{aligned}Z &= \frac{(\alpha_{\text{-predikat1}} \times k1) + (\alpha_{\text{-predikat2}} \times k2) + (\alpha_{\text{-predikat3}} \times k3) + (\alpha_{\text{-predikat4}} \times k4)}{\alpha_{\text{-predikat1}} + \alpha_{\text{-predikat2}} + \alpha_{\text{-predikat3}} + \alpha_{\text{-predikat4}}} \\ &= \frac{(0,4 \times 0,6) + (0,4 \times 0,6) + (0,5 \times 0,9) + (0,5 \times 0,9)}{(0,4 + 0,4 + 0,5 + 0,5)} \\ &= \frac{0,24 + 0,24 + 0,45 + 0,45}{1,8} = \frac{1,38}{1,8} = 0,77\end{aligned}$$

Nilai pemborosan *transportation* pada aktivitas menerima PO dari *marketing* mendapatkan hasil 0,77 dengan klasifikasi tinggi.

4.2.7 Pemborosan *Waiting* pada Aktivitas Mengecek Kelayakan Armada

Pemborosan *waiting* pada aktivitas mengecek kelayakan armada merupakan proses yang terjadi saat tim admin menunggu pengecekan kelayakan armada dari tim teknisi transportasi pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri. Saat proses ini, terjadi beberapa pemborosan yang terkait dengan *waiting* pengecekan kelayakan armada, dimana waktu menunggu tim admin untuk menerima informasi kelayakan armada yang cukup lama.

Nilai keanggotaan himpunan untuk waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara dan observasi ditentukan menggunakan fungsi keanggotaan sesuai data dan divisualisasikan pada Gambar 4.10. Pembentukan aturan *fuzzy* didefinisikan dengan melakukan identifikasi data terhadap fungsi keanggotaan yang telah ditentukan.



Gambar 4.10 Fungsi Keanggotaan *Waiting* – Mengecek Kelayakan Armada

Setelah aturan *fuzzy* ditetapkan, kemudian adalah menghitung nilai keanggotaan untuk setiap variabel. Variabel *waiting* dari aktivitas mengecek kelayakan armada menurut hasil wawancara adalah sebesar 4 jam. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan rendah dan sedang sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Rendah}}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 2 \\ \frac{5-x}{5-2}; & 2 \leq x \leq 5 \\ 0; & x \geq 5 \end{cases} \quad \mu_{\text{Rendah}}(x) = \frac{5-4}{5-2} = \frac{1}{3} = 0,3$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{x-2}{5-2}; & 2 \leq x \leq 5 \\ \frac{8-x}{8-5}; & 5 \leq x \leq 8 \\ 0; & x \geq 8 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{4-2}{5-2} = \frac{2}{3} = 0,67$$

Variabel *waiting* dari aktivitas mengecek kelayakan armada menurut perhitungan rata-rata dari hasil observasi peneliti adalah sebesar 7 jam. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan sedang dan tinggi sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{x-2}{5-2}; & 2 \leq x \leq 5 \\ \frac{8-x}{8-5}; & 5 \leq x \leq 8 \\ 0; & x \geq 8 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{8-7}{8-5} = \frac{1}{3} = 0,3$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}(x) = \begin{cases} 1; & x \geq 8 \\ \frac{x-5}{8-5}; & 5 \leq x \leq 8 \\ 0; & x \leq 5 \end{cases} \quad \mu_{\text{Tinggi}}(x) = \frac{7-5}{8-5} = \frac{2}{3} = 0,67$$

Fungsi implikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi MIN (*minimum*), yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang *minimum* dari variabel masukan sebagai keluarannya. Berdasarkan tabel 4.2 mengenai aturan *fuzzy*, maka diperoleh α – *predikat* sebagai berikut:

JIKA waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *waiting* berdasarkan observasi **SEDANG** maka waktu pemborosan *waiting* = **SEDANG**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat1}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[4] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[7]) \\ &= \min(0,3; 0,3) \\ &= 0,3\end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara **SEDANG** dan waktu pemborosan *waiting* berdasarkan observasi **SEDANG** maka waktu pemborosan *waiting* = **SEDANG**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat2}} &= \mu_{\text{wawancara-sedang}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-sedang}}[4] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[7]) \\ &= \min(0,67; 0,3) \\ &= 0,3\end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan **JIKA** waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *waiting* berdasarkan observasi **TINGGI** maka waktu pemborosan *waiting* = **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat3}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[4] \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}}[7]) \\ &= \min(0,3; 0,67) \\ &= 0,3\end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara **SEDANG** dan waktu pemborosan *waiting* berdasarkan observasi **TINGGI** maka waktu pemborosan *waiting* = **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat4}} &= \mu_{\text{wawancara-sedang}} \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-sedang}}[4] \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}}[7]) \\ &= \min(0,67; 0,67) \\ &= 0,67\end{aligned}$$

Proses terakhir dari perhitungan Takagi-Sugeno *fuzzy model* adalah *defuzzifikasi*. Pada tahap *defuzzifikasi* memilih nilai tertinggi dari $\alpha_{\text{-predikat}}$ yang telah dihitung sebelumnya menggunakan metode Max. Pada pemborosan *waiting* dalam aktivitas mengecek kelayakan armada memiliki indeks tertinggi 0,67 dengan klasifikasi tinggi. Indeks keputusan akhir (Z) dari proses *defuzzifikasi* adalah sebagai berikut:

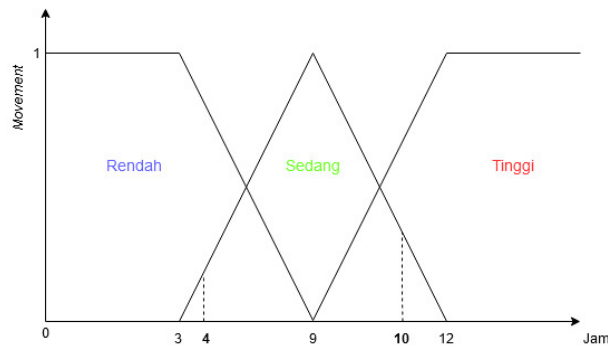
$$\begin{aligned}Z &= \frac{(\alpha_{\text{-predikat1}} \times k1) + (\alpha_{\text{-predikat2}} \times k2) + (\alpha_{\text{-predikat3}} \times k3) + (\alpha_{\text{-predikat4}} \times k4)}{\alpha_{\text{-predikat1}} + \alpha_{\text{-predikat2}} + \alpha_{\text{-predikat3}} + \alpha_{\text{-predikat4}}} \\ &= \frac{(0,3 \times 0,6) + (0,3 \times 0,6) + (0,3 \times 0,9) + (0,67 \times 0,9)}{(0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,67)} \\ &= \frac{0,18 + 0,18 + 0,27 + 0,603}{1,57} = \frac{1,233}{1,57} = 0,79\end{aligned}$$

Nilai pemborosan *waiting* pada aktivitas menerima PO dari *marketing* mendapatkan hasil 0,79 dengan klasifikasi tinggi.

4.2.8 Pemborosan *Movement* pada Aktivitas Mengecek Kelayakan Armada

Pemborosan *movement* pada aktivitas mengecek kelayakan armada merupakan proses yang terjadi saat tim teknisi selesai melakukan pengecekan armada sampai dengan armada siap digunakan di depan gudang. Saat proses ini, terjadi beberapa pemborosan yang terkait dengan *movement* pengecekan kelayakan armada, dimana armada sampai dengan siap digunakan membutuhkan waktu yang cukup lama.

Nilai keanggotaan himpunan untuk waktu pemborosan *movement* berdasarkan wawancara dan observasi ditentukan menggunakan fungsi keanggotaan sesuai data dan divisualisasikan pada Gambar 4.11. Pembentukan aturan *fuzzy* didefinisikan dengan melakukan identifikasi data terhadap fungsi keanggotaan yang telah ditentukan.



Gambar 4.11 Fungsi Keanggotaan *Movement* – Mengecek Kelayakan Armada

Setelah aturan *fuzzy* ditetapkan, kemudian adalah menghitung nilai keanggotaan untuk setiap variabel. Variabel *movement* dari aktivitas mengecek kelayakan armada menurut hasil wawancara adalah sebesar 4 jam. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan rendah dan sedang sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Rendah}}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 3 \\ \frac{9-x}{9-3}; & 3 \leq x \leq 9 \\ 0; & x \geq 9 \end{cases} \quad \mu_{\text{Rendah}}(x) = \frac{9-4}{9-3} = \frac{5}{6} = 0,83$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{x-3}{9-3}; & 3 \leq x \leq 9 \\ \frac{12-x}{12-9}; & 9 \leq x \leq 12 \\ 0; & x \geq 12 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{4-3}{9-3} = \frac{1}{6} = 0,17$$

Variabel *movement* dari aktivitas mengecek kelayakan armada menurut perhitungan rata-rata dari hasil observasi peneliti adalah sebesar 10 jam. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan sedang dan tinggi sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{x-3}{9-3}; & 3 \leq x \leq 9 \\ \frac{12-x}{12-9}; & 9 \leq x \leq 12 \\ 0 & x \geq 12 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{12-10}{12-9} = \frac{2}{3} = 0,67$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}(x) = \begin{cases} 1; & x \geq 12 \\ \frac{x-9}{12-9}; & 9 \leq x \leq 12 \\ 0; & x \leq 9 \end{cases} \quad \mu_{\text{Tinggi}}(x) = \frac{10-9}{12-9} = \frac{1}{3} = 0,3$$

Fungsi implikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi MIN (*minimum*), yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang minimum dari variabel masukan sebagai keluarannya. Berdasarkan tabel 4.2 mengenai aturan fuzzy, maka diperoleh α – predikat sebagai berikut:

JIKA waktu pemborosan *movement* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *movement* berdasarkan observasi **SEDANG** maka waktu pemborosan *movement* = **SEDANG**

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{predikat1}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[4] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[10]) \\ &= \min(0,83; 0,67) \\ &= 0,67 \end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *movement* berdasarkan wawancara **SEDANG** dan waktu pemborosan *movement* berdasarkan observasi **SEDANG** maka waktu pemborosan *movement* = **SEDANG**

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{predikat2}} &= \mu_{\text{wawancara-sedang}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-sedang}}[4] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[10]) \\ &= \min(0,17; 0,67) \\ &= 0,17 \end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *movement* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *movement* berdasarkan observasi **TINGGI** maka waktu pemborosan *movement* = **TINGGI**

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{predikat3}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[4] \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}}[10]) \\ &= \min(0,83; 0,3) \\ &= 0,3 \end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *movement* berdasarkan wawancara **SEDANG** dan waktu pemborosan *movement* berdasarkan observasi **TINGGI** maka waktu pemborosan *movement* = **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat4}} &= \mu_{\text{wawancara-sedang}} \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-sedang}}[4] \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}}[10]) \\ &= \min(0,17; 0,3) \\ &= 0,17\end{aligned}$$

Proses terakhir dari perhitungan Takagi-Sugeno *fuzzy model* adalah *defuzzifikasi*. Pada tahap *defuzzifikasi* memilih nilai tertinggi dari $\alpha_{\text{-predikat}}$ yang telah dihitung sebelumnya menggunakan metode Max. Pada pemborosan *movement* dalam aktivitas mengecek kelayakan armada memiliki indeks tertinggi 0,67 dengan klasifikasi sedang. Indeks keputusan akhir (Z) dari proses *defuzzifikasi* adalah sebagai berikut:

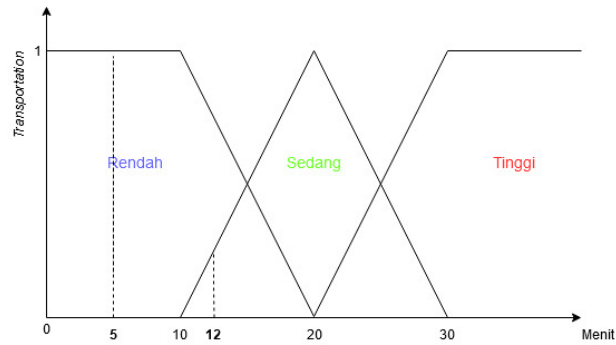
$$\begin{aligned}Z &= \frac{(\alpha_{\text{-predikat1}} \times k1) + (\alpha_{\text{-predikat2}} \times k2) + (\alpha_{\text{-predikat3}} \times k3) + (\alpha_{\text{-predikat4}} \times k4)}{\alpha_{\text{-predikat1}} + \alpha_{\text{-predikat2}} + \alpha_{\text{-predikat3}} + \alpha_{\text{-predikat4}}} \\ &= \frac{(0,67 \times 0,6) + (0,17 \times 0,6) + (0,3 \times 0,9) + (0,17 \times 0,9)}{(0,67 + 0,17 + 0,3 + 0,17)} \\ &= \frac{0,402 + 0,102 + 0,27 + 0,153}{1,31} = \frac{0,927}{1,31} = 0,708\end{aligned}$$

Nilai pemborosan *movement* pada aktivitas aktivitas mengecek kelayakan armada mendapatkan hasil 0,708 dengan klasifikasi sedang.

4.2.9 Pemborosan *Transportation* pada Aktivitas Persiapan Muat

Pemborosan *transportation* pada aktivitas persiapan muat merupakan proses yang terjadi saat tim admin memberikan informasi barang yang akan dikirim ke tim admin gudang pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri. Saat proses ini, terjadi beberapa pemborosan yang terkait dengan *transportation* pada persiapan muat, dimana waktu penerimaan informasi dari tim admin ke tim admin gudang terkait barang yang akan dikirim membutuhkan waktu yang cukup lama.

Pemborosan dari proses Takagi-Sugeno *fuzzy model* adalah pembentukan *fuzzy rule*. Pada tahap ini, nilai keanggotaan himpunan untuk waktu pemborosan *transportation* berdasarkan wawancara dan observasi ditentukan menggunakan fungsi keanggotaan sesuai data dan divisualisasikan pada Gambar 4.12. Pembentukan aturan *fuzzy* didefinisikan dengan melakukan identifikasi data terhadap fungsi keanggotaan yang telah ditentukan.



Gambar 4.12 Fungsi keanggotaan *Transportation* – Persiapan Muat

Setelah aturan *fuzzy* ditetapkan, kemudian adalah menghitung nilai keanggotaan untuk setiap variabel. Variabel *transportation* dari aktivitas persiapan muat menurut hasil wawancara adalah sebesar 5 menit. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan rendah sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Rendah}}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq 10 \\ \frac{20-x}{20-10} & ; \quad 10 \leq x \leq 20 \\ 0 & ; \quad x \geq 20 \end{cases} \quad \mu_{\text{Rendah}}(x) = 1$$

Variabel *transportation* dari aktivitas persiapan muat menurut perhitungan rata-rata dari hasil observasi peneliti adalah sebesar 12 menit. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan sedang dan rendah sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{x-10}{20-10} & ; \quad 10 \leq x \leq 20 \\ \frac{30-x}{30-20} & ; \quad 20 \leq x \leq 30 \\ 0 & ; \quad x \geq 30 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{12-10}{20-10} = \frac{2}{10} = 0,2$$

$$\mu_{\text{Rendah}}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq 10 \\ \frac{20-x}{20-10} & ; \quad 10 \leq x \leq 20 \\ 0 & ; \quad x \geq 20 \end{cases} \quad \mu_{\text{Rendah}}(x) = \frac{20-12}{20-10} = \frac{8}{10} = 0,8$$

Fungsi implikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi MIN (*minimum*), yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang *minimum* dari variabel masukan sebagai keluarannya. Berdasarkan tabel 4.2 mengenai aturan *fuzzy*, maka diperoleh α – *predikat* sebagai berikut:

JIKA waktu pemborosan *transportation* berdasarkan wawancara **RENDAH** **dan** waktu pemborosan *transportation* berdasarkan observasi **SEDANG** **maka** waktu pemborosan *transportation* = **SEDANG**

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{-predikat1}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[5] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[12]) \\ &= \min(1; 0,2) \\ &= 0,2 \end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *transportation* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *transportation* berdasarkan observasi **RENDAH** maka waktu pemborosan *transportation* = **RENDAH**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat2}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-rendah}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[5] \cap \mu_{\text{observasi-rendah}}[12]) \\ &= \min(1; 0,8) \\ &= 0,8\end{aligned}$$

Proses terakhir dari perhitungan Takagi-Sugeno *fuzzy model* adalah *defuzzifikasi*. Pada tahap *defuzzifikasi* memilih nilai tertinggi dari $\alpha_{\text{-predikat}}$ yang telah dihitung sebelumnya menggunakan metode Max. Pada pemborosan *transportation* dalam aktivitas persiapan muat memiliki indeks tertinggi 0,8 dengan klasifikasi rendah. Indeks keputusan akhir (Z) dari proses *defuzzifikasi* adalah sebagai berikut:

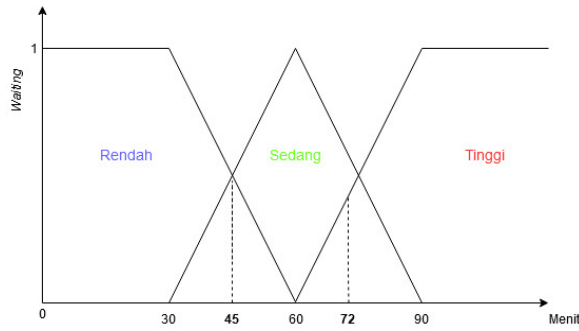
$$\begin{aligned}Z &= \frac{(\alpha_{\text{-predikat1}} \times k1) + (\alpha_{\text{-predikat2}} \times k2) + (\alpha_{\text{-predikat3}} \times k3) + (\alpha_{\text{-predikat4}} \times k4)}{\alpha_{\text{-predikat1}} + \alpha_{\text{-predikat2}} + \alpha_{\text{-predikat3}} + \alpha_{\text{-predikat4}}} \\ &= \frac{(0,2 \times 0,6) + (0,8 \times 0,3)}{(0,2 + 0,8)} \\ &= \frac{0,12 + 0,24}{1} = \frac{0,36}{1} = 0,36\end{aligned}$$

Nilai pemborosan *transportation* pada aktivitas persiapan muat mendapatkan hasil 0,36 dengan klasifikasi rendah.

4.2.10 Pemborosan *Waiting* pada Aktivitas Persiapan Muat

Pemborosan *waiting* pada aktivitas persiapan muat merupakan proses tunggu yang terjadi saat tim admin gudang pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri menyiapkan SDM yang akan melakukan proses muat. Saat proses ini, terjadi beberapa pemborosan yang terkait dengan *waiting* pada persiapan muat, dimana waktu yang dibutuhkan tim admin gudang untuk menyiapkan personil membutuhkan waktu yang cukup lama.

Nilai keanggotaan himpunan untuk waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara dan observasi ditentukan menggunakan fungsi keanggotaan sesuai data dan divisualisasikan pada Gambar 4.13. Pembentukan aturan *fuzzy* didefinisikan dengan melakukan identifikasi data terhadap fungsi keanggotaan yang telah ditentukan.



Gambar 4.13 Fungsi keanggotaan *Waiting* – Persiapan Muat

Setelah aturan *fuzzy* ditetapkan, kemudian adalah menghitung nilai keanggotaan untuk setiap variabel. Variabel *waiting* dari aktivitas Persiapan Muat menurut hasil wawancara adalah sebesar 45 menit. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan rendah dan sedang sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Rendah}}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq 30 \\ \frac{60-x}{60-30} & ; \quad 30 \leq x \leq 60 \\ 0 & ; \quad x \geq 60 \end{cases} \quad \mu_{\text{Rendah}}(x) = \frac{60-45}{60-30} = \frac{15}{30} = 0,5$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{x-30}{60-30} & ; \quad 30 \leq x \leq 60 \\ \frac{90-x}{90-60} & ; \quad 60 \leq x \leq 90 \\ 0 & ; \quad x \geq 90 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{45-30}{60-30} = \frac{15}{30} = 0,5$$

Variabel *waiting* dari aktivitas persiapan muat menurut perhitungan rata-rata dari hasil observasi peneliti adalah sebesar 72 menit. Nilai tersebut termasuk ke dalam fungsi keanggotaan sedang dan tinggi sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{x-30}{60-30} & ; \quad 30 \leq x \leq 60 \\ \frac{90-x}{90-60} & ; \quad 60 \leq x \leq 90 \\ 0 & ; \quad x \geq 90 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{90-72}{90-60} = \frac{18}{30} = 0,6$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \geq 90 \\ \frac{x-60}{90-60} & ; \quad 60 \leq x \leq 90 \\ 0 & ; \quad x \leq 60 \end{cases} \quad \mu_{\text{Tinggi}}(x) = \frac{72-60}{90-60} = \frac{12}{30} = 0,4$$

Fungsi implikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi MIN (*minimum*), yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang *minimum* dari variabel masukan sebagai keluarannya. Berdasarkan tabel 4.2 mengenai aturan *fuzzy*, maka diperoleh α – *predikat* sebagai berikut:

JIKA waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *waiting* berdasarkan observasi **SEDANG** maka waktu pemborosan *waiting* = **SEDANG**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat1}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[45] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[72]) \\ &= \min(0,5; 0,6) \\ &= 0,5\end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara **SEDANG** dan waktu pemborosan *waiting* berdasarkan observasi **SEDANG** maka waktu pemborosan *waiting* = **SEDANG**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat2}} &= \mu_{\text{wawancara-sedang}} \cap \mu_{\text{observasi-sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-sedang}}[45] \cap \mu_{\text{observasi-sedang}}[72]) \\ &= \min(0,5; 0,6) \\ &= 0,5\end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara **RENDAH** dan waktu pemborosan *waiting* berdasarkan observasi **TINGGI** maka waktu pemborosan *waiting* = **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat3}} &= \mu_{\text{wawancara-rendah}} \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-rendah}}[45] \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}}[72]) \\ &= \min(0,5; 0,4) \\ &= 0,4\end{aligned}$$

JIKA waktu pemborosan *waiting* berdasarkan wawancara **SEDANG** dan waktu pemborosan *waiting* berdasarkan observasi **TINGGI** maka waktu pemborosan *waiting* = **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{-predikat4}} &= \mu_{\text{wawancara-sedang}} \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}} \\ &= \min(\mu_{\text{wawancara-sedang}}[45] \cap \mu_{\text{observasi-tinggi}}[72]) \\ &= \min(0,5; 0,4) \\ &= 0,4\end{aligned}$$

Proses terakhir dari perhitungan Takagi-Sugeno *fuzzy model* adalah *defuzzifikasi*. Pada tahap *defuzzifikasi* memilih nilai tertinggi dari $\alpha_{\text{-predikat}}$ yang telah dihitung sebelumnya menggunakan metode Max. Pada pemborosan *waiting* dalam aktivitas persiapan muat memiliki indeks tertinggi 0,5 dengan klasifikasi sedang. Indeks keputusan akhir (Z) dari proses *defuzzifikasi* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Z &= \frac{(\alpha_{\text{-predikat1}} \times k1) + (\alpha_{\text{-predikat2}} \times k2) + (\alpha_{\text{-predikat3}} \times k3) + (\alpha_{\text{-predikat4}} \times k4)}{\alpha_{\text{-predikat1}} + \alpha_{\text{-predikat2}} + \alpha_{\text{-predikat3}} + \alpha_{\text{-predikat4}}} \\ &= \frac{(0,5 \times 0,6) + (0,5 \times 0,6) + (0,4 \times 0,9) + (0,4 \times 0,9)}{(0,5 + 0,5 + 0,4 + 0,4)} \\ &= \frac{0,3 + 0,3 + 0,36 + 0,36}{1,8} = \frac{1,32}{1,8} = 0,73\end{aligned}$$

Nilai pemborosan *waiting* pada aktivitas persiapan muat mendapatkan hasil 0,73 dengan klasifikasi sedang.

4.3 Analisis dan Evaluasi

Tahap analisis dari penelitian ini dilakukan dengan mendokumentasikan data hasil perhitungan *fuzzy* dalam sebuah Tabel 4.4. Selanjutnya adalah memilih pemborosan yang termasuk ke dalam kategori sedang dan tinggi, untuk dapat diperbaiki atau dihilangkan. Hasil klasifikasi ditentukan dari nilai tertinggi pada α_{predikat} yang telah dihitung sebelumnya defuzzifikasi menggunakan metode Max.

Tabel 4.4 Tabel Klasifikasi Pemborosan

Aktivitas	Pemborosan	Z	Klasifikasi
Menerima PO dari <i>Marketing</i>	<i>Transportation</i>	0,73	Sedang
	<i>Waiting</i>	0,77	Tinggi
	<i>Movement</i>	0,9	Tinggi
Meminta DO dan armada	<i>Transportation</i>	0,66	Sedang
	<i>Waiting</i>	0,88	Tinggi
Mengecek kelayakan armada	<i>Transportation</i>	0,77	Tinggi
	<i>Waiting</i>	0,79	Tinggi
	<i>Movement</i>	0,71	Sedang
Persiapan muat	<i>Transportation</i>	0,36	Rendah
	<i>Waiting</i>	0,73	Sedang
Proses muat barang	<i>Transportation</i>	0,51	Sedang
	<i>Waiting</i>	0,86	Tinggi
	<i>Movement</i>	0,56	Sedang
Pembuatan surat jalan dan kode <i>trace</i>	<i>Transportation</i>	0,84	Tinggi
	<i>Waiting</i>	0,82	Tinggi

Klasifikasi dari pemborosan menunjukkan aktivitas-aktivitas yang menghasilkan pemborosan tinggi, sedang atau rendah. Aktivitas dengan pemborosan rendah tidak memengaruhi waktu proses bisnis penjualan. Aktivitas dengan pemborosan sedang dan tinggi dapat memengaruhi proses bisnis penjualan, sehingga dapat dihilangkan atau diminimalisir.

Solusi untuk pemborosan dibagi menjadi 2 tipe berdasarkan penggunaan sistem informasi (SI) terintegrasi, yaitu solusi non SI dan solusi SI. Solusi non SI merupakan solusi yang diberikan untuk mengatasi pemborosan-pemborosan yang terjadi dengan melakukan penambahan alat atau SDM. Solusi SI merupakan solusi yang diberikan untuk mengatasi pemborosan-pemborosan yang terjadi dengan menggunakan sebuah sistem informasi terintegrasi.

Pemborosan-pemborosan yang terjadi dapat diminimalisir menggunakan solusi SI dengan sebuah sistem terintegrasi antara tim marketing, tim admin gudang, tim gudang, tim armada, dan tim pengiriman. Berdasarkan hasil wawancara dengan manager marketing dan direktur operasional, solusi

menggunakan SI terintegrasi merupakan solusi jangka panjang yang cocok untuk diterapkan dalam perusahaan makanan ringan di Kediri. Sebelum masalah tingginya jumlah pengembalian produk di perusahaan ini muncul, manajemen sudah berinisiatif untuk membuat sistem informasi terintegrasi pada perusahaan. Namun sekarang, mengingat finansial perusahaan yang baru saja mengalami rugi sebesar Rp -7.335.817.779 (minus tujuh milyar tiga ratus tiga puluh lima juta delapan ratus tujuh belas ribu tujuh ratus tujuh puluh sembilan rupiah), tidak memungkinkan perusahaan melakukan investasi untuk pembuatan system informasi terintegrasi. Sehingga solusi lain yang dapat diberikan dalam tesis ini, tidak berhubungan dengan pembuatan system informasi terintegrasi.

Solusi dihasilkan dari observasi penulis terhadap aktivitas terkait dengan penyebab klasifikasi tersebut. Tabel 4.5 mendokumentasikan data dari solusi, baik SI maupun non SI untuk setiap aktivitas tersebut.

Tabel 4.5 Tabel Solusi untuk Pemborosan Aktivitas

Aktivitas	Solusi non SI	Solusi SI
Menerima PO dari Marketing	Penerimaan PO yang sebelumnya dilakukan menggunakan <i>text message</i> , datang ke kantor atau telp kantor (cenderung tidak terangkat karena mobilitas tim), dapat dilakukan dengan menggunakan <i>audio call</i> via <i>mobile phone</i> pribadi ke tim admin, admin gudang dan marketing, sehingga respon akan lebih cepat.	Sistem SI terintegrasi berbasis website <i>responsive</i> dan android dengan Fitur <i>push notification</i> pada website dan android, sehingga ketika ada PO dari <i>marketing</i> , admin langsung mengetahui di PC kantor.
Meminta DO dan armada	Permintaan DO dan armada yang sebelumnya dilakukan menggunakan <i>text message</i> atau telp kantor (cenderung tidak terangkat karena mobilitas tim), dapat dilakukan dengan menggunakan <i>audio call</i> via <i>mobile phone</i> pribadi ke tim pengiriman, sehingga respon akan lebih cepat.	Sistem SI terintegrasi berbasis website <i>responsive</i> dan android dengan fitur <i>push notification</i> pada email tim pengiriman (pihak ketiga), dan <i>push notification</i> pada website admin. Sehingga ketika ada permintaan DO dan armada, tim pengiriman dapat langsung mengetahui dengan email <i>notification</i> dan admin dapat melihat <i>approval</i> permintaan DO

		dan armada melalui <i>Push Notification</i> di PC kantor.
Mengecek kelayakan armada	Pengecekan armada yang sebelumnya dilakukan oleh 1 personil, dapat dilakukan dengan personil tambahan sebanyak 3-4 orang, sehingga pengecekan armada dapat dilakukan dengan lebih cepat. Selain itu, dapat dimintakan surat <i>service</i> rutin untuk setiap armada, sehingga tidak perlu melakukan pengecekan armada secara penuh.	Sistem SI terintegrasi berbasis website <i>responsive</i> dan android dengan fitur <i>push notification</i> sebagai pengingat service rutin setiap armada H-1 bulan. Sehingga armada yang belum melakukan <i>service</i> rutin akan ada <i>notification</i> dan belum dapat digunakan untuk pengiriman
Persiapan muat	Konfirmasi persiapan muat sebelumnya dilakukan menggunakan <i>text message</i> atau telp kantor (cenderung tidak terangkat karena mobilitas tim), dan klasifikasi pemborosan termasuk ke dalam klasifikasi sedang, sehingga jika ingin dipercepat, maka dapat dilakukan dengan menggunakan <i>audio call</i> via <i>mobile phone</i> pribadi atau HT sehingga respon akan lebih cepat.	Sistem SI terintegrasi berbasis website <i>responsive</i> dan android dengan Fitur <i>push notification</i> pada website dan android, sehingga ketika ada persiapan muat, tim admin dan tim admin gudang dapat saling cepet berkoordinasi, karena terhubung dengan notifikasi di PC kantor atau <i>mobile phone</i> masing-masing.
Proses muat barang	Konfirmasi proses muat barang yang sebelumnya dilakukan menggunakan <i>text message</i> atau telp kantor (cenderung tidak terangkat karena mobilitas tim), dapat dilakukan dengan menggunakan <i>audio call</i> via <i>mobile phone</i> pribadi atau HT ke tim admin gudang, sehingga respon akan lebih cepat.	Sistem SI terintegrasi berbasis website <i>responsive</i> dan android dengan Fitur <i>push notification</i> pada website dan android, sehingga ketika ada proses muat, tim admin, tim pengiriman dan tim admin gudang dapat saling cepet berkoordinasi, karena terhubung dengan notifikasi di PC kantor atau <i>mobile phone</i> masing-masing.

<p>Pembuatan surat jalan dan kode <i>trace</i></p>	<p>Pembuatan surat jalan yang sebelumnya menunggu tim admin gudang memberikan konfirmasi ke tim admin, dapat dipercepat dengan pembuatan surat jalan dilakukan saat konfirmasi proses muat barang.</p>	<p>Sistem SI terintegrasi berbasis website <i>responsive</i> dan android dengan Fitur <i>push notification</i> pada website dan android, sehingga ketika proses muat selesai dan permintaan surat jalan, maka admin menerima notifikasi pada SI di PC, kemudian tim admin membuat surat jalan dank ode trace, selanjutnya di upload di SI terintegrasi, yang dapat langsung di lihat, download dan cetak oleh tim pengiriman.</p>
---	--	---

Pada tabel 4.5 menunjukkan solusi yang ditawarkan penulis untuk mengurangi atau menghilangkan pemborosan yang telah ditemukan dalam aktivitas proses bisnis pada sebuah perusahaan makanan ringan di Kediri, baik menggunakan SI terintegrasi maupun tidak menggunakan SI terintegrasi. Dikarenakan rekomendasi perbaikan proses bisnis tidak dapat menggunakan solusi SI terintegrasi, maka rekomendasi perbaikan sepenuhnya menggunakan solusi non SI terintegrasi. Evaluasi rekomendasi perbaikan proses bisnis pada perusahaan makanan ringan di Kediri akan dibahas pada bab selanjutnya.

BAB 5 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini, dibahas mengenai hasil evaluasi tingkat penerimaan pengguna, perbandingan *lead time* dan perbandingan jumlah penjualan serta pengembalian produk dari proses bisnis yang baru dengan proses bisnis sebelumnya, sebagaimana yang telah dijabarkan pada bab 4.

5.1 Evaluasi Tingkat Penerimaan Pengguna

Evaluasi Tingkat Penerimaan Pengguna dilakukan dengan mengambil pendapat beberapa staf ahli perusahaan yang bersinggungan langsung dengan aktivitas dalam proses bisnis yang diteliti. Staf ahli tersebut berjumlah 11 orang, yang terdiri dari 1 orang manager marketing, 1 orang kepala divisi marketing non makloon, 3 orang staff marketing, 1 orang admin, 1 orang kepala divisi gudang, 1 orang admin gudang, 1 orang kepala divisi transportasi, 1 orang staff transportasi, dan 1 orang kepala divisi pengiriman. Peneliti melakukan wawancara dengan para staf ahli tersebut terkait proses bisnis yang baru untuk dijalankan pada perusahaan makanan ringan. Hasil pengujian dilakukan dengan objek sesuai solusi aktivitas pada Tabel 4.5. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Evaluasi Tingkat Penerimaan Pengguna

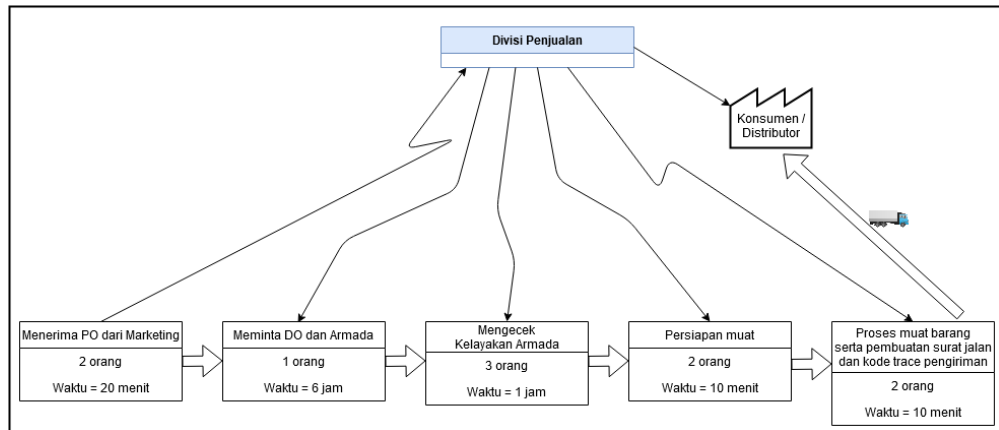
Objek	Pertanyaan	Jumlah Koresponden	Jumlah Iya	Jumlah Tidak	Penerimaan
Menerima PO dari Marketing	Apakah penerimaan PO menggunakan telp <i>mobile phone</i> ke tim admin, admin gudang dan marketing, dapat membuat respon lebih cepat?	11	10	1	91%
Meminta DO dan armada	Apakah permintaan DO dan armada dengan menggunakan telp <i>mobile phone</i> ke tim pengiriman, dapat membuat respon lebih cepat?	11	11	0	100%
Mengecek kelayakan armada	Apakah pengecekan armada yang dilakukan dengan personil tambahan sebanyak 3 orang, dapat mempercepat proses pengecekan armada?	11	9	2	82%
	Apakah penyediaan surat <i>service</i> rutin untuk setiap armada juga dapat mempercepat proses pengecekan armada?	11	9	2	82%

Persiapan muat	Apakah konfirmasi persiapan muat yang dilakukan dengan menggunakan telp <i>mobile phone</i> atau HT ke, dapat membuat proses lebih cepat?	11	11	0	100%
Proses muat barang	Apakah konfirmasi proses muat barang yang dilakukan dengan menggunakan telp <i>mobile phone</i> atau HT ke tim admin gudang, dapat membuat respon lebih cepat?	11	11	0	100%
Pembuatan surat jalan dan kode <i>trace</i>	Apakah pembuatan surat jalan yang dilakukan bersamaan dengan saat konfirmasi proses muat barang dapat membuat proses lebih cepat?	11	11	0	100%
Rata-rata Penerimaan					93,6%

Pada Tabel 5.1 terdapat beberapa aktivitas yang menurut sebagian partisipan (yang berjumlah 1 sampai 2 partisipan) dianggap tidak memungkinkan untuk dijalankan menggunakan rekomendasi perbaikan proses bisnis, yaitu aktivitas Menerima PO dari *Marketing* dan aktivitas Mengecek Kelayakan Armada. Rekomendasi perbaikan proses bisnis pada menerima PO dari *marketing* dianggap tidak dapat dilakukan dikarenakan penambahan biaya untuk pulsa tim admin. Rekomendasi perbaikan proses bisnis pada mengecek kelayakan armada dianggap tidak dapat dilakukan dikarenakan penambahan biaya gaji dan service rutin untuk kendaraan yang belum tentu digunakan saat pengiriman. Penerimaan pengguna rata-rata yang didapatkan dari 6 aktivitas rekomendasi perbaikan proses bisnis dengan 11 koresponden mencapai 93,6%.

5.2 Analisis Perbandingan *Lead Time* Rekomendasi Perbaikan Proses Bisnis dengan Proses Bisnis Sebelumnya

Proses bisnis penjualan yang baru dirancang dan divisualisasikan menggunakan VSM untuk melihat gap dari proses saat ini dan proses yang diharapkan. Dari hasil proses bisnis penjualan yang baru dilakukan validasi ke manajemen pada sebuah perusahaan makanan ringan untuk memastikan apakah solusi tersebut memungkinkan untuk dapat digunakan dalam proses bisnis penjualan dan menyelesaikan masalah pengembalian produk.



Gambar 5.1 Future Value Stream Mapping (VSM)

Gambar 5.1 merepresentasikan semua aktivitas pada proses penjualan pada sebuah perusahaan makanan ringan setelah memasukkan solusi-solusi non SI dari pemborosan yang ditemukan. Waktu didapatkan dari observasi peneliti yang dilakukan mulai 22 Juni sampai dengan 4 Juli 2020.

Terdapat perbedaan antara *current* VSM pada Gambar 4.4 dan *future* VSM pada Gambar 5.1, yaitu penggabungan 2 aktivitas menjadi 1 aktivitas. Pada *future* VSM, aktivitas pembuatan surat jalan dan kode *trace* pengiriman digabungkan dengan aktivitas proses muat barang. Saat tim admin gudang melakukan konfirmasi ke tim admin gudang untuk melakukan proses muat barang, saat itu pula tim admin memberikan surat jalan dan kode *trace* pengiriman kepada tim admin gudang.

Selisih waktu yang antara *current* VSM dan *future* VSM cukup signifikan. Pada aktivitas menerima PO dari marketing yang sebelumnya membutuhkan waktu 60 menit, setelah diberikan solusi untuk komunikasi dilakukan dengan telp menggunakan *mobile phone*, waktu yang dibutuhkan menjadi 20 menit. Pada aktivitas meminta DO dan armada yang sebelumnya dilakukan selama 4 hari kerja, setelah diberikan solusi untuk komunikasi dilakukan dengan telp menggunakan *mobile phone*, waktu yang dibutuhkan menjadi 6 jam. Waktu yang diperlukan masih cukup lama, dikarenakan tim pengiriman merupakan pihak eksternal perusahaan, sehingga masih perlu dilakukan pemesanan armada.

Pada aktivitas pengecekan kelayakan armada yang sebelumnya dilakukan oleh 1 orang selama 4 jam, pada *future* VSM dilakukan oleh 3 orang dan membutuhkan waktu 1 jam. Hal ini juga didukung oleh permintaan manajemen kepada tim pengiriman untuk memberikan surat *service rutin* setiap armada yang akan digunakan. Sehingga armada yang akan digunakan tidak perlu dilakukan pengecekan secara penuh. Pada aktivitas persiapan muat yang sebelumnya dilakukan selama 60 menit, setelah diberikan solusi untuk komunikasi dilakukan dengan menggunakan HT, waktu yang dibutuhkan menjadi 10 menit.

Aktivitas proses muat yang sebelumnya dipisah dengan aktivitas pembuatan surat jalan dan kode *trace* pengiriman, dan membutuhkan waktu total 150 menit. Pada *future* VSM, kedua aktivitas tersebut digabung menjadi 1, dan

komunikasi dilakukan menggunakan HT, sehingga waktu yang dibutuhkan sekarang adalah 10 menit.

Dari GAP yang ditemukan tersebut, dapat disimpulkan bahwa solusi yang diberikan dapat memangkas waktu proses pada setiap aktivitas proses bisnis penjualan. Sehingga proses bisnis penjualan dapat berjalan lancar, tanpa proses yang lama dan dapat mempercepat penjualan barang di sebuah perusahaan makanan ringan.

5.3 Analisis Perbandingan Jumlah Pengembalian Produk dari Rekomendasi Perbaikan Proses Bisnis dengan Proses Bisnis Sebelumnya

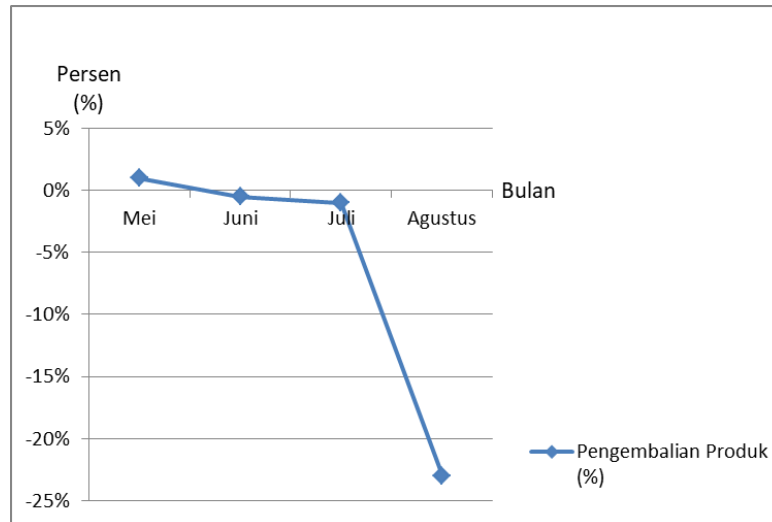
Penelitian dilakukan pada bulan 22 Juni 2020 sampai dengan 31 Agustus 2020 dengan menerapkan proses bisnis yang baru. Dengan jangka waktu 57 hari kerja menerapkan proses bisnis baru, dapat dilihat perbandingan jumlah penjualan dan pengembalian produk pada bulan Mei-Juni 2020 (sebelum menjalankan proses bisnis baru) sampai dengan bulan Juli-Agustus 2020 (setelah menjalankan proses bisnis baru), pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Perbandingan Jumlah Pengembalian Produk

Bulan	Pengembalian		Penjualan	
	Jumlah	%	Jumlah	%
April 2020	-417,726,162.82	-	10,732,837,147.26	-
Mei 2020	-423,988,167.17	1%	6,277,455,901.19	-42%
Juni 2020	-421,947,399.11	-0.5%	5,514,050,558.20	-12%
Juli 2020	-415,960,728.33	-1%	8,251,771,371.93	50%
Agustus 2020	-321,343,235.05	-23%	9,222,268,523.67	12%

Dari Tabel 5.2 didapatkan hasil bahwa terjadi peningkatan penjualan mulai bulan Juli 2020 sampai dengan Agustus 2020. Pada bulan Juni 2020 penjualan masih mengalami penurunan 12% dikarenakan penelitian dilakukan pada akhir bulan Juni 2020, sehingga proses bisnis yang baru belum maksimal untuk dilakukan. Bulan Juli 2020 kenaikan penjualan sudah mencapai 50%, sedangkan untuk bulan Agustus 2020, penjualan hanya mengalami kenaikan 12% karena perusahaan masih fokus untuk menjual sisa stok barang di gudang.

Pada Tabel 5.2 didapatkan bahwa jumlah pengembalian menurun dari bulan Mei. Data didapatkan dari neraca laba rugi per Agustus dan Laporan Akuntan Independen atas Penerapan Prosedur yang Disepakati Bersama atas Proses Retur Penjualan pada sebuah perusahaan makanan di Kota Kediri, Jawa Timur.



Gambar 5.2 Grafik Perbandingan Jumlah Pengembalian Produk

Dari Tabel 5.2 dan Gambar 5.2 didapatkan hasil bahwa jumlah pengembalian mengalami penurunan mulai bulan Juni 2020 sebesar 0.5%, dikarenakan rekomendasi perbaikan proses bisnis diterapkan di akhir bulan Juni 2020. Pada bulan Juni dan Mei 2020 jumlah pengembalian produk sudah menurun secara signifikan dikarenakan rekomendasi perbaikan proses bisnis sudah dilakukan dengan optimal pada perusahaan. Bulan Agustus 2020 pengembalian produk sudah turun cukup drastis sebesar 23%, semenjak rekomendasi perbaikan proses bisnis dijalankan selama 57 hari kerja. Pengembalian mengalami penurunan signifikan dikarenakan stok produk dengan jumlah kadaluarsa kurang dari 1 bulan telah di tarik dari distributor, dan dikumpulkan di gudang perusahaan makanan Kediri. Oleh karena itu dengan jumlah penjualan yang meningkat karena menghabiskan stok, perusahaan juga mendapatkan jumlah pengembalian produk yang menurun.

BAB 6 PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode *root cause analysis* (RCA) menunjukkan bahwa proses bisnis yang memiliki pengaruh paling besar terhadap masalah pengembalian produk makanan yang terjadi pada sebuah perusahaan makanan ringan adalah proses bisnis penjualan. Hal ini dikarenakan banyaknya faktor penyebab dari proses bisnis tersebut, diantaranya adalah data tidak terintegrasi, proses pemesanan manual, strategi penjualan, penumpukan produk di gudang terlalu lama, tidak ada control penjualan, tidak ada barang control barang kadaluarsa, proses pemesanan oleh distributor lama, pemilihan bahan baku, permainan distributor dan distributor tidak ada laporan barang terjual. Dikarenakan banyaknya faktor tersebut berasal dari proses bisnis penjualan, serta berdasarkan hasil wawancara dan observasi dengan staf ahli perusahaan, maka proses bisnis yang paling berpengaruh terhadap peningkatan jumlah pengembalian produk makanan pada sebuah perusahaan makanan ringan adalah proses bisnis penjualan.
2. Solusi untuk pemborosan dibagi menjadi 2 tipe berdasarkan penggunaan sistem informasi (SI) terintegrasi, yaitu solusi non-SI dan solusi SI. Solusi non-SI merupakan solusi yang diberikan untuk mengatasi pemborosan-pemborosan yang terjadi dengan melakukan penambahan alat atau SDM. Solusi SI merupakan solusi yang diberikan untuk mengatasi pemborosan-pemborosan yang terjadi dengan menggunakan sebuah sistem terintegrasi. Solusi dilakukan dengan melakukan wawancara dengan manager *marketing* dan direktur operasional perusahaan makanan ringan di Kediri serta observasi terhadap aktivitas terkait dengan penyebab klasifikasi tersebut.
3. Evaluasi tingkat penerimaan pengguna yang dilakukan memiliki nilai penerimaan 93,6% yang didapatkan dari 6 aktivitas rekomendasi perbaikan proses bisnis dengan 11 koresponden.
4. Pada analisis perbandingan jumlah pengembalian produk sebelum dan sesudah penggunaan rekomendasi perbaikan proses bisnis menunjukkan bahwa terjadi penurunan jumlah pengembalian produk yang signifikan pada bulan Juni 2020 dan Agustus 2020. Penurunan jumlah pengembalian produk mencapai 23% dari bulan sebelumnya di Bulan Agustus, dikarenakan proses bisnis yang baru sudah dilakukan secara optimal pada perusahaan selama 57 hari.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian berikutnya antara lain:

1. Pada penelitian ini, fokus kepada proses bisnis penjualan saja. Untuk penelitian berikutnya dapat dilakukan penelitian pada proses bisnis lain, yang berhubungan juga dengan masalah pengembalian produk.
2. Pada penelitian ini, tidak menggunakan solusi penggunaan SI terintegrasi karena perusahaan ingin fokus menyelesaikan masalah tanpa menambah biaya tambahan. Untuk penelitian lain dapat melakukan penelitian terhadap penggunaan SI terintegrasi yang sesuai dengan proses bisnis perusahaan makanan ringan tersebut.
3. Pada penelitian ini menggunakan Takagi Sugeno *fuzzy model* untuk menghitung dan mengklasifikasikan pemborosan pada setiap aktivitas. Untuk penelitian lain dapat menggunakan metode lain untuk mengklasifikasikan pemborosan yang terjadi dalam proses bisnis tersebut.

DAFTAR REFERENSI

- Abdulmalek, F.A., Rajgopal, J., 2007. *Analyzing the Benefits of Lean Manufacturing and Value Stream Mapping Via Simulation: A Process Sector Case Study*. International Journal of Production Economics, Volume 107(1), pp. 223–236.
- Ades, G., Henry, C., Feldstein, F., 2012. “*The food safety challenge of the global food supply chain*”, Food Saf. Mag. 17 (6), 34–39.
- Al-Aomar, R., Matloub, H. 2018. An Assessment of Adopting *Lean* Techniques in Construct of Hotel Supply Chain. Tourism Management 69 (2018) 553–565.
- Aqlan, F., Ali, E., M. 2014. *Integrating Lean Principles and Fuzzy Bow-Tie Analysis for Risk Assessment in Chemical Industry*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 29 (2014) 39-48.
- Arifiyanti, A., A., Rhendy, M., P., Indra, F., N. 2018. Klasifikasi Produk Pengembalian produk dengan Algoritma Pohon Keputusan C4.5. Jurnal IPTEK, Vol. 22 No. 1, 79-86.
- Arslankaya, S., Atay, H., 2015. *Maintenance Management and Lean Manufacturing Practices in a Firm Which Produces Dairy Products*. Procedia-Social and Behavioural Sciences, Volume 207, pp. 214–224.
- Ayu., F. 2018. Rekayasa Perbaikan Proses Produksi Boneka dengan Integrasi Metode *Line Balancing* dan *Value Stream Mapping*. Operations Excellence, 10(3): 294 – 303.
- Baby, B., Prasanth, N., Selwyn, J. 2018. *Implementation of Lean Principles to Improve The Operations of Sales Warehouse in The Manufacturing Industry*. International Journal of Technology (2018) 1: 46-54.
- Bayou, M., E., Korvin, A. 2008. *Measuring the Leanness of Manufacturing systems – A Case Study of Ford Motor Company and General Motor*. J Eng Technol Manag 2008:287–304.
- Bonifield, C., Cole C. dan Schultz. 2010. “Product returns on the internet: a case of mixed signals?,” Journal of Business Research, 63(9-10), pp. 1058-1065.
- Blocher, E., Chen, K., Cokins, G., Lin, T. 2007. “*Cost Management, Manajemen Biaya*”, Jakarta: Salemba Empat.
- Chiabert, P., Antonio, G.D., Inoyatkhodjaev, J., Lombardi, F., Ruffa, S., 2015. *Improvement of Powertrain Mechatronic Systems for Lean Automotive Manufacturing*. Procedia CIRP, Volume 33, pp. 53–58.

- Civelek, Z. 2019. *Optimization of Fuzzy Logic (Takagi-Sugeno) Blade Pitch Angle Controller in Wind Turbines by Genetic Algorithm*. Engineering Science and Technology, an International Journal, <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.04.010>.
- Dumas, M., Marcell, R., L., Jan, M., Hajo., A., R. 1998. *Fundamentals of Business Process Management*. ISBN 978-3-642-33142-8. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Dumas, M., Marcell, R., L., Jan, M., Hajo., A., R. 2013. *Fundamentals of Business Process Management*. Springer Publishing Company, Incorporated.
- Enriquez, F., Troyano, J. S., Romero, T., 2018. *Using a business process management system to model dynamic teaching methods*. *Journal of Strategic Information Systems*. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2018.07.002>.
- Fullerton, R.R., Kennedy, F.A., Widener, S.K., 2014. *Lean Manufacturing and Firm Performance: The Incremental Contribution of Lean Management Practices*. *Journal of Operations Management*, Volume 32(7-8), pp. 414–428.
- Hammer, M. 2015. *What is business process management? Handbook on business process management 1* (pp. 3-16). Springer.
- Hariri, F., R. 2016. Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Dalam Pendaftaran Siswa Baru di SDN Sonopatik 1 Nganjuk. *Teknik Informatika, Universitas Nusantara PGRI Kediri*, 3(1), 41–46.
- Indrawati, H., Trihastuti, A. 2013. Kontrol Fuzzy Takagi-Sugeno Berbasis Sistem Servo Tipe 1 untuk Sistem Pendulum-Kereta. *Jurnal Teknik Pomits* Vol. 2, No. 2, ISSN: 2337-3539.
- Imawati, D., & Abadi, A., M. 2016. Analisis Sistem Inferensi Fuzzy Sugeno dalam Menentukan Kesesuaian Lahan Tembakau di Kabupaten Temanggung. *Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UNY*.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan Edisi 2*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Mahendrawathi, ER. 2018. *Business Process Management-Konsep dan Implementasi*. Andi Offset: Yogyakarta.
- Mandal, S. N., JPal, C., Bhadra, C. 2012. *In Search of Suitable Fuzzy Membership Function in Prediction of Time Series*. *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 9, Issue 3, No. 3. ISSN (Online): 1694-0814.
- Melton, T. 2005. *The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean thinking has to Offer the Process Industries*. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(A6): 662–673.
- Morgan, J.M., Liker, J.K. 2006. *The Toyota Product Development Systems Integrating People, Process, and Technology*. Productivity Press, New York, NY.

- Mulyanto, A., Abdul, H. 2016. Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Untuk Menentukan Jumlah Jam *Overtime* Pada Produksi Barang di PT Asahi Best Base Indonesia (ABBI) Bekasi. *Jurnal Informatika SIMANTIK* Vol.1, No.1.
- Nielsen, A. 2008. *Getting Started with Value Stream Mapping*. Salt Spring Island: Gardiner Nielsen Associates Inc.
- Novita, N. 2016. Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Menentukan Beasiswa. *Jurnal & Penelitian Teknik Informatika* Vol. 1 No.1.
- Oleghe, O., Konstantinos, S. 2016. *Variation Modelling of Lean Manufacturing Performance using Fuzzy Logic based Quantitative Lean Index*. *Procedia CIRP* 41 (2016) 608 – 613.
- Putri, D. A., dan Effendi. 2016. Fuzzy Logic untuk Menentukan Lokasi Kios Terbaik di Kepri Mall dengan Menggunakan Metode Sugeno. *Jurnal Edik Informatika*, V3 (49-59).
- Pozo, V.F., dan Schroeder T. C., “*Evaluating the costs of meat and poultry recalls to food firms using stock pengembalian produk*”, *Food Policy* 59 (2016) 66–77.
- Rahimi, F., Charles M., Lars, H. 2015. *Business Process Management and IT Management: The Missing Integration*. *International Journal of Information Management* 36 (2016) ,142–154.
- Ramdhani, I., Imam S., R., Noviana, E., Sheila., N., H. 2012. Fuzzy Inference Sistem dengan Metode Sugeno untuk Penentuan Banyaknya Asisten Laboratorium yang diterima pada saat Rekrutmen. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2012 (SNATI 2012) ISSN: 1907-5022. Yogyakarta, 15-16 Juni.
- Ristyowati, T., Muhsin, A., Nurani, P., 2017. Minimasi *Waste* pada Aktivitas Proses Produksi dengan Konsep *Lean Manufacturing*. *Jurnal OPSI (Optimasi Sistem Industri)* Vol. 1 No. 1.
- Rohac, T., Janusuka, M., 2015. *Value Stream Mapping a Real Case Study*. *Procedia Engineering*, Volume 100, pp. 520–529.
- Rohani, J.M., Zahraee, S.M., 2015. *Production Line Analysis via Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process of Color Industry*. *Procedia Manufacturing*, Volume 2, pp. 6–10.
- Ross, T., J. 2010. *Fuzzy Logic with Engineering Application*. Third Edition. ISBN: 978-0-470-74376-8. John Wiley & Sons, Ltd.
- Sanders, N. R. 2007. *An empirical study of the impact of e-business technologies on organizational collaboration and performance*. *Journal of Operations Management*, 25(6), 1332–1347.
- Sivanandam, S. N., Sumathi, S., Deepa, S. N. 2007. *Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

- Suhadak, N.S., Amit, N., 2015. *Facility Layout for SME Food Industry via Value Stream Mapping and Simulation*. *Procedia Economics and Finance*, Volume 31, pp. 797–802.
- Susilawati, A., John, T., David, B., Mohammed, S. 2015. *Fuzzy Logic based Method to Measure Degree of Lean Activity in Manufacturing Industry*. *Journal of Manufacturing Systems* 34 (2015) 1–11.
- Venkataraman, K., Vijaya Ramnath, B., Muthu Kumar, V., Elanchezhian, C., 2014. *Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process*. *Procedia Materials Science*, Volume 6, pp. 1187–1196.
- Vorley, G. 2008. *Mini Guide to Root Cause Analysis*. *Quality Management & Training Limited*: United Kingdom.
- Wang, L. 1997. *A Course in Fuzzy Systems and Control*. *The Hong Kong University of Science and Technology*.
- Weske, M. 1998. *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. ISBN 978-3-540-73521-2. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Weske, M. 2007. *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Wilson, L. 2010. *How to Implement Lean Manufacturing*. the McGraw-Hill Companies, Inc., New York.
- Womack, J.P., Jones, D.T., 2010. *Lean thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon and Schuster.
- Xue, L., Ray, G., & Sambamurthy, V. 2013. *The impact of supply-side electronic integration on customer service performance*. *Journal of Operations Management*, 31(6), 363–375.
- Yang, T., Kuo, Y., Su, C.-T., Hou, C.-L., 2015. *Lean Production System Design for Fishing Net Manufacturing using Lean Principles and Simulation Optimization*. *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 34, pp. 66–73.
- Zhang, C., Xue, L., & Dhaliwal, J. 2016. *Alignments between the depth and breadth of inter-organizational systems deployment and their impact on firm performance*. *Information & Management*, 53(1), 79–90.
- Zhu, Z., Zhao, J., Tang, X. L., & Zhang, Y. 2015. *Leveraging e-business process for business value: A layered structure perspective*. *Information & Management*, 52(6), 679–691.